**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**

**UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**

**NÍVEL MESTRADO**

**PEDRO NASCIMENTO DE LIMA**

**EXPLORATORY MODELING ANALYSIS FOR STRATEGIC MANAGEMENT**

**MAKING BUSINESS DECISIONS WITHOUT PREDICTIONS**

**SÃO LEOPOLDO**

**2016**

Pedro Nascimento de Lima

ROBUST DECISION MAKING

Making Business Decisions without Predictions

Projeto de Qualificação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Luis Henrique Rodrigues

São Leopoldo, RS

2016

**LISTA DE QUADROS**

[Quadro 1 - Mecanismos de governança 11](#_Toc458427630)

**LISTA DE TABELAS**

[Tabela 1 - Eficiência dos projetos Vp obtidos pelo usuário 11](#_Toc458427634)

**LISTA DE SIGLAS**

|  |  |
| --- | --- |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| NBR | Normas Brasileiras de Regulação |

**SUMÁRIO**

[1. INTRODUÇÃO 6](#_Toc471305423)

[1.1 Questão de Pesquisa 8](#_Toc471305424)

[1.2 Objetivos 8](#_Toc471305425)

[1.2.1 Objetivo Geral 8](#_Toc471305426)

[1.2.2 Objetivos Específicos 8](#_Toc471305427)

[1.3 Justificativas 9](#_Toc471305428)

[1.3.1 Justificativa Acadêmica 9](#_Toc471305429)

[1.3.2 Justificativa Gerencial 9](#_Toc471305430)

[1.4 Justificativa 9](#_Toc471305431)

[2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 10](#_Toc471305432)

[2.1 Modelagem Exploratória 11](#_Toc471305433)

[2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 11](#_Toc471305434)

[3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 11](#_Toc471305435)

[2.2 11](#_Toc471305436)

[4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 11](#_Toc471305437)

[2.3 2.1 Título do Subcapítulo 13](#_Toc471305438)

[2.3.1 2.1.1 Título do Subcapítulo 14](#_Toc471305439)

[5. 3 METODOLOGIA 16](#_Toc471305440)

[6. 4 CRONOGRAMA 17](#_Toc471305441)

[7. REFERÊNCIAS 18](#_Toc471305442)

[8. APÊNDICE A - TÍTULO do apêndice 19](#_Toc471305443)

[9. ANEXO A - TÍTULO do Anexo 20](#_Toc471305444)

[APÊNDICE A – Protocolos de Pesquisa 21](#_Toc471305445)

# TEXTOS NÃO UTILIZADOS

## Quadro “Limitações de Outras Abordagens que o RDM busca superar”

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Grupo | Abordagem | Limitações que o RDM endereça |
| “Predizer e Agir” | Decision Analysis |  |
|  | Risk Analysis |  |
|  | Cost Benefit Analysis |  |
|  | Real Options |  |
| Agregação de Informação | Delphi |  |
|  | Foresight |  |
| Cenários Qualitativos | Planejamento por cenários |  |
| Abordagens de Robustez Bottom-up | Info-Gap |  |
|  | Climate Informed Decision Analysis |  |
|  | MORDM |  |
|  | Decision Scaling |  |

## Ideias Retiradas do Problema de Pesquisa

## Objeto e Questão de Pesquisa

Primeiramente, é necessário definir o objeto de pesquisa deste trabalho. Diferentes escolas estratégicas (MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2005) propõem modelos normativos ou descritivos com o objetivo de suportar ou descrever como estratégias empresariais são formuladas e implementadas. Neste contexto, diversos conceitos divergentes foram formulados. Este trabalho focaliza sua atenção especificamente sobre o conceito de “Decisão Estratégica”.

Mintzberg e Quinn (2001) apresentam uma definição sintética:

“Decisões estratégicas são aquelas que determinam a direção geral de um empreendimento, e em última análise, sua viabilidade à luz do *previsível e do imprevisível*, assim como as *mudanças desconhecidas que possam ocorrer em seus ambientes mais importantes*. ” (MINTZBERG; QUINN, 2001, p. 21 grifo meu).

[Strategic Decision Making Under Uncertainty]

Embora o uso de heurísticas e vieses pode ser útil em situações onde pouca ou nenhuma informação está disponível. De fato, quando compara-se o comportamento de gerentes em grandes empresas e empreendedores, nota-se que gerentes tendem a utilizar processos estruturados de decisão, enquanto empreendedores tendem a utilizar heurísticas e vieses. (BUSENITZ; BARNEY, 1997).

Vieses Cognitivos são ao mesmo tempo causas da criação de empresas e da sua falência. As evidências existentes mostram que o excesso de confiança (overconfidence), está negativamente associado ao tempo de sobrevivência de empreendimentos. (GUDMUNDSSON; LECHNER, 2013).

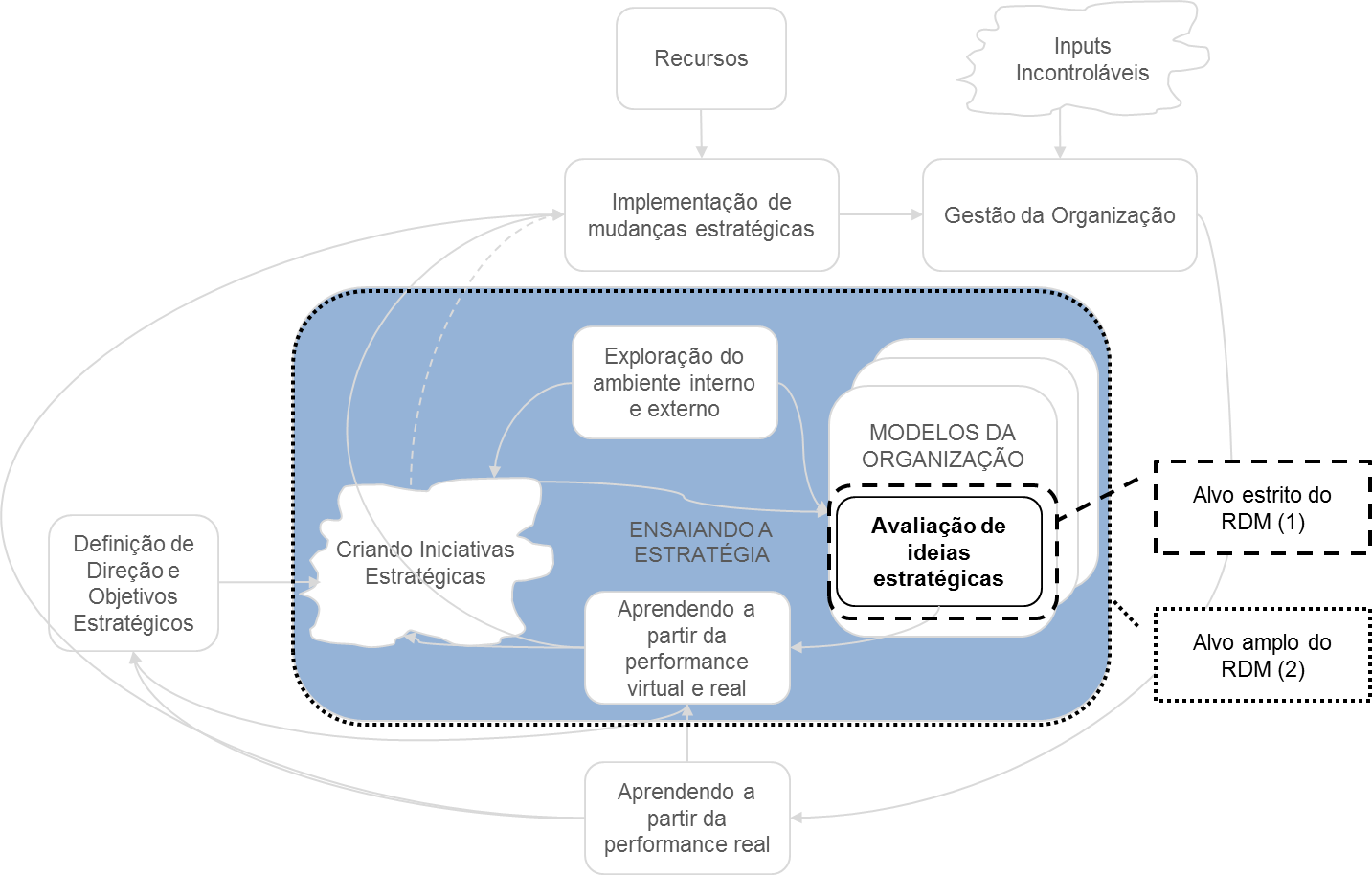
Um problema prático emerge desta definição. É possível notar que a incerteza é inerente à própria definição de decisão estratégica. Em outras palavras, por esta definição, não existe decisão estratégica que não esteja submetida ao imprevisível. Segue-se que um papel fundamental de qualquer processo que suporte decisões estratégicas será, da melhor forma disponível entender, e utilizar a incerteza para avaliar possíveis decisões estratégicas e orientar uma escolha racional.

Uma distinção necessária neste trabalho é a diferença entre a “avaliação da estratégia” da “avaliação de decisões estratégicas”. c propõe que a estratégia empresarial deve ser avaliada, literalmente testada, não apenas de acordo com sua performance passada, mas sim de acordo com as perspectivas futuras. Neste sentido, a avaliação da estratégia deve ser prospectiva, buscando atender quatro princípios gerais, a saber: (i) Consistência; (ii) Consonância; (iii) Vantagem e (iv) Viabilidade. Deve-se notar, porém, que a “avaliação da estratégia” não é o objeto de pesquisa deste trabalho.

Este trabalho trata da “avaliação de decisões estratégicas”, referindo-se à um subprocesso do processo geral de desenvolvimento da estratégia, no qual diferentes opções estratégicas são avaliadas, anteriormente e possivelmente simultaneamente à sua implementação, de modo a suportar a escolha de um conjunto de decisões estratégicas. (DYSON et al., 2007). Neste sentido, o trabalho não sugere que as abordagens acima mencionadas sejam adequadas para uma avaliação “completa” da estratégia. Ao contrário, como é possível observar nos casos de aplicação citados na seção anterior, decisões específicas são avaliadas.

Por este motivo, este trabalho focaliza sua atenção sobre a “avaliação de decisões estratégicas” e não “a avaliação geral da estratégia”. O papel da avaliação das decisões estratégicas e sua relação com o processo de desenvolvimento da estratégia é discutido por Dyson et. al (2007). A Figura 2 apresenta o processo de desenvolvimento da estratégia de Dyson et. al (2007), realçando somente a etapa que é o objeto primário desta pesquisa.

Figura – Objeto de Pesquisa



Fonte: Adaptada de Dyson et. al (2007).

Uma ressalva é necessária quanto à Figura 2. Nesta imagem, Dyson et. al (2007) nomeia este processo como a “avaliação de ideias estratégicas”, sugerindo que não necessariamente a avaliação de decisões específicas deve ser realizada, mas sim de “ideias”. No entanto, em seu texto, Dyson et. al (2007) explicitamente mencionam a “avaliação de opções estratégicas utilizando modelos da organização, levando em consideração incertezas futuras”. (DYSON et al., 2007, p. 14). Por este motivo, ainda que este modelo nomeie este processo como a avaliação de “ideias” estratégicas, considera-se o modelo de Dyson et. al (2007) como adequado para representar a avaliação de decisões.

A premissa básica discutida por Dyson et al. (2007) que baseia seu modelo é a de que, se as organizações desejam ter sucesso no longo prazo, então elas devem ter um processo de desenvolvimento da estratégia efetivo. Deste modo, deve-se seguir a ideia de “testar” estratégias fora do ambiente real, ou, utilizando a metáfora de Dyson et al. (2007), deve-se “ensaiar” a estratégia antes de sua implementação. Para que este processo seja efetivo, Dyson et al. (2007) propõe uma série de requisitos, dentre eles a necessidade de uma avaliação multi-dimensional das decisões estratégicas, incorporando os riscos e incertezas envolvidas.

Neste ponto será útil recapitular os argumentos indicados anteriormente. Até então, discutimos a relevância da incerteza para as decisões estratégicas empresariais, e as iniciativas acadêmicas para propor abordagens que permitam endereçar a incerteza. Em seguida, evidenciou-se o surgimento de um novo grupo de abordagens. Esta seção, até aqui, definiu o objeto de pesquisa como a avaliação de decisões estratégicas, ressaltando a necessidade de testar o impacto destas decisões antes de sua implementação. A questão óbvia que emerge é: Se é necessário “haver um ensaio” do impacto das decisões estratégicas organizacionais, como este ensaio deve ser conduzido?

Em outras palavras, Courtney (2013) nomeia esta questão como “Decidindo como Decidir” em seu artigo na Harvard Business Review (HBR), e em um *webinar* promovido pela HBR em sequência (COURTNEY, 2014). Tais recomendações constroem-se sobre seu artigo seminal sobre incerteza, o qual delineou quatro níveis de incerteza e relacionou ferramentas consideradas adequadas para cada um destes níveis (COURTNEY; KIRKLAND; VIGUERIE, 1997), e sobre seu livro sobre o mesmo tema (COURTNEY, 2001). Também deve-se notar que Hugh Courtney foi líder na “Strategy Practice” da McKinsey & Company, onde serviu como consultor durante 9 anos. Dados estes indícios, a influência destas recomendações sobre a prática empresarial não pode ser subestimada.

Nestes contexto, Courtney (2013) argumenta que a maioria das empresas confiam demasiadamente em ferramentas simples de análise de fluxo de caixa ou de análises quantitativas simples de cenários, mesmo quando estão em situações altamente complexas e incertas. O problema é que tais ferramentas convencionais que são ensinadas em escolas de negócio funcionam muito bem se a empresa está em um ambiente estável, em um modelo de negócio bem compreendido, e com acesso a informação confiável. No entanto, tais ferramentas são muito menos úteis se a empresa está em um ambiente pouco familiar, com mudanças rápidas, lançando novos produtos ou em transição para um novo modelo de negócios. (COURTNEY; LOVALLO; CLARKE, 2013, p. 1).

Neste sentido, as empresas devem tomar a iniciativa de “ampliar sua caixa de ferramentas de decisões estratégicas entendendo que ferramentas funcionam melhor para que decisões” (COURTNEY; LOVALLO; CLARKE, 2013, p. 1). Tal recomendação é consistente com a recomendação de Dyson et. al (2007) quanto à necessidade de construir um processo de desenvolvimento estratégico que inclua a avaliação antecipada de decisões estratégicas.

Até este ponto, não se atribui nenhum problema a tais recomendações. O problema emerge ao observar-se o “conteúdo” da caixa de ferramentas sugerida. Dentre os conjuntos de ferramentas mencionadas por Courtney (2013) estão: Ferramentas Convencionais de Orçamentação; Ferramentas Quantitativas de Avaliação de Múltiplos Cenários; Análise Qualitativa de Cenários; Análise de Decisão Baseada em Casos e Ferramentas de Agregação de Informação.

Courtney (2013) indica que o conjunto de Ferramentas Quantitativas de Avaliação de Múltiplos cenários analisam as decisões “especificando completamente os possíveis *outcomes* ***e*** suas probabilidades, [...] incluindo: Métodos de Monte Carlo, Decision Analysis, e Opções Reais”. (COURTNEY; LOVALLO; CLARKE, 2013, p. 5, grifo meu). Quanto ao conjunto de Ferramentas de Análise de Cenários Qualitativos, Courtney (2013) indica que estas ferramentas informam o processo de tomada de decisão desenvolvendo um conjunto representativo de cenários qualitativos, identificando as prováveis consequências da decisão sob consideração nestes diferentes cenários. Courtney (2013) ressalta que, como estes cenários não pressupõe um conjunto completo e especificado de possíveis *outcomes*, eles são úteis em suportar a decisão em situações em altos níveis de incerteza.

Em seu texto Courtney (2013) não menciona nenhuma das novas abordagens citadas na seção anterior. Se Courtney (2013) considera este conjunto de métodos como parte das ferramentas “quantitativas de avaliação de múltiplos cenários”, sua descrição será incorreta quando indica que estas ferramentas requerem a especificação completa de possíveis *outcomes* e probabilidades. Se Courtney (2013) considera estas abordagens como parte das “ferramentas de análise qualitativas” de cenários por não requerer o input de probabilidades, também estará incorreto, visto que sua característica fundamental é a abordagem quantitativa.

Deste modo, as recomendações de Courtney (2013) não apontam para a possibilidade do uso deste novo grupo de ferramentas. Do mesmo modo Dyson et al. (2007) não incluem este novo grupo de abordagens dentre as abordagens selecionadas para suporte ao processo de decisão estratégica.

A ausência deste conjunto de métodos na literatura sobre avaliação de decisões estratégicas seria possivelmente justificável caso não houvesse demanda por um novo grupo de métodos para a abordagem de situações incertas. No entanto, sob o ponto de vista deste trabalho, este não é o caso.

Se “não faltam métodos” para a abordagem de situações de incerteza, e por isto, a “caixa de métodos” está completa, então algumas consequências são inevitáveis. Para que isto seja verdade, o investimento de 25 milhões de dólares (NSF, 2004) nos projetos de pesquisa que criaram estas ferramentas foi em vão. A hipótese alternativa a esta, sobre a qual trabalha-se aqui, é que este grupo de métodos representa um potencial ainda inexplorado. ***[talvez aqui justificar ainda mais com outros autores que encontrei – ex. Wiltbank (estratégias adaptativas vs preditivas, Erik MIT – Data Driven Decision Making). O risco é desviar o assunto]***

Outro motivo, mais provável, para a omissão em relação ao RDM é o simples fato de que estas abordagens ainda não foram *testadas* no contexto empresarial. Esta asserção é suportada pelas evidências atuais, como será demonstrado na seção 1.3.1.

O RDM (Robust Decision Making) foi apresentado como uma abordagem inovadora para a tomada de decisão em situações de incerteza extrema (traduzido originalmente de *deep uncertainty*). (GROVES; LEMPERT, 2007; LEMPERT et al., 2006; LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003; WALKER; LEMPERT; KWAKKEL, 2013). Esta abordagem é particularmente orientada para situações nas quais existe um problema de decisão profundamente incerto, com uma lista rica de possíveis decisões e informação suficiente para construir um ou mais modelos computacionais que representem esta situação. Desta maneira, usando restrições conhecidas sobre o futuro, é possível descobrir estratégias robustas em um amplo range de incertezas. (LEMPERT et al., 2006).

Apesar da relevância potencial do RDM para a tomada de decisões que impactam no longo prazo em situações de incerteza, e do potencial generalização do RDM para outros contextos (LEMPERT et al., 2006, p. 527), a sua aplicação em contextos fora da área de políticas públicas é virtualmente inexistente. Uma exceção à esta regra inclui um relato de seis páginas da aplicação do método na Volvo em um livro que trata sobre Governos de Alta Performance (LEMPERT; POPPER, 2005, p. 124). Outras exceções são encontradas em aplicações da modelagem exploratória, como uma demonstração relacionada ao planejamento de um aeroporto (KWAKKEL; PRUYT, 2013). Ainda assim, tais descrições sugerem a aplicabilidade da Modelagem Exploratória em geral, carecendo de uma análise em relação ao RDM. Em todo caso, não conhecer o potencial do RDM para o contexto de negócios tem em si um custo de oportunidade, o qual foi discutido anteriormente.

O problema de pesquisa, portanto, reside na seguinte situação: Por mais que haja demanda por parte das organizações por um processo de avaliação de decisões estratégicas efetivo que considere ricamente a incerteza, e que haja um novo grupo emergente de métodos que se propõe como solução para alguns destes problemas, o potencial deste novo grupo de abordagens para ambientes empresariais permanece desconhecido. Além disto, a literatura atual que recomenda métodos para a avaliação de decisões estratégicas continua ignorando este grupo de métodos, mesmo após mais de 10 anos de sua proposição.

Pressupondo que o papel da pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão não se limita a entender o mundo como o mesmo se apresenta, mas também propor e desenvolver artefatos de caráter prescritivo (DRESCH et al., 2015), a seguinte questão de pesquisa emerge naturalmente deste contexto:

**[Daniel, estou colocando aqui alternativas para discutirmos o que é mais adequado]**:

Versão 1: “Como suportar a tomada de decisões estratégicas de empresas de longo prazo em situações de incerteza? ”.

Versão 2: “Qual é o valor do RDM para decisões Estratégicas em Situações de Incerteza? ”

Versão 3: “O RDM é uma abordagem útil para a avaliação de decisões estratégicas no contexto dos negócios, ou deve ficar confinada ao contexto das políticas públicas? ”

Versão 4: “Um MBA em Negócios/Engenharia de Produção deveria ou não ensinar o RDM? ”

Versão 5: “O RDM deveria ou não ser “exaptado” para a Avaliação de Decisões Estratégicas Empresariais? ”

## Objeto e Questão de Pesquisa (Versão Intermediária)

Como argumentado anteriormente, um agravante central para as decisões estratégicas é a presença de incerteza. Dada a incerteza sob a qual as decisões estratégicas são submetidas, uma questão central para a decisão estratégica está em como considerar tal incerteza no processo de decisão estratégica. Duas escolas do pensamento estratégico debateram esta questão exaustivamente: A Escola do Planejamento e a Escola da Aprendizagem.

Acusando a escola do Planejamento da Predição, a escola da aprendizagem indicou que o aprendizado e a adaptação estratégica deveria ser a norma a ser seguida, ao invés de planos rígidos.

Em contrapartida, diversos argumentos a favor de processos estruturados para suporte a decisão estratégica emergiram.

Um primeiro, foi relacionado à mudança que o planejamento estratégico passou. Argumentou-se que o planejamento estratégico mudou, e não mais se tratava de um processo obcecado pela formalização, mas sim pela estruturação, e buscava adaptar-se.

Um segundo argumento usado foi o da existência de uma associação entre performance organizacional e os processos de planejamento.

Argumentos contrários surgiram, com autores clamando por estratégias não-preditivas.

Em síntese, tal discussão pode ser reduzida aos seguintes pressupostos.

O primeiro é o pressuposto da antecipação de probabilidades.

O segundo é o da consolidação de conhecimento como forma de suporte.

O terceiro é o uso de cenários para suportar a decisão.

Um quarto é o da ambiguidade causal.

Há uma diversidade de estudos que se debruçam sobre problemas e implicações que circundam a decisão estratégica. Diversos fatores podem influenciar e são influenciados pelas decisões estratégicas. Em geral, a vertente de pesquisa que trata do processo da estratégia investiga a relação destes fatores em: antecedentes, processos e outcomes. (HUTZSCHENREUTER, THOMAS; KLEINDIENST, 2006).

#### Complexidade – Dinâmica e Combinatória (Solução – Modelos)

Complexidade Dinâmica e Complexidade Combinatória. (O que exige o Modelo e Modelagem Exploratória). Sendo assim, um desafio está em como lidar com a ambiguidade casual.

Andersen (2000) analisa a complexidade como a complexidade dos fornecedores.

#### Vieses Cognitivos (Solução: Processos)

Nossos vieses não lidam muito bem com a complexidade.

Temos otimismo.

Temos perda da

Portanto, se empresas desejam

#### Planning vs Learning (Solução: Ambos)

Um debate central para a questão de pesquisa deste trabalho existente na literatura é o debate entre a escola do planejamento e a escola da aprendizagem estratégica. A análise de tal debate permite identificar diversos problemas relacionados à decisão estratégica que precisam ser endereçados.

Do lado da escola do planejamento formal, há um crescente corpo de evidências que revelam a associação entre o planejamento formal e a performance das empresas, sendo esta uma questão recorrentemente avaliada na literatura em estratégia. (HUTZSCHENREUTER, THOMAS; KLEINDIENST, 2006).

Existe uma diferença entre a escola “antiga” de planejamento estratégico (formalização) e o planejamento estratégico atual (mais focado em controle) de Andersen (2000).

Andersen (2000)

Vieses e preferências pessoais entram na decisão. (Desafio: Como tratar o problema objetivamente).

Dentre estes fatores, a incerteza é um fator relevante. Por um lado, a incerteza pode dificultar as decisões estratégicas, levando as empresas a decisões equivocadas. (Evidência: Em incerteza, planos falham).

Em geral, três streams podem ser identificados:

Planejamento puro

Flexibilidade / aprendizagem puro

Planejamento e Flexibilidade.

#### Fatores Contextuais – conflito (solução: Devil advocate)

No topo deste problema ainda podem ser adicionados fatores contextuais. Um exemplo é o impacto do conflito sobre a qualidade de decisões estratégicas. Enquanto o conflito cognitivo está associado a maior qualidade de decisões, o “conflito afetivo” está associado a pior qualidade de decisões.(AMASON, 1996). Em outras palavras, há suporte empírico para a heurística do décimo judeu. Portanto, a avaliação de decisões estratégicas deve considerar a utilidade de gerar um conflito cognitivo, sem gerar o conflito afetivo.

Por outro lado, a incerteza acaba exigindo o planejamento cuidadoso. (Evidências: Em incerteza, planejamento é importante). Deste modo, um dos desafios da tomada de decisão estratégica não está em como está em como considerar a incerteza adequadamente. (COURTNEY; LOVALLO; CLARKE, 2013).

#### Níveis de Incerteza e Ferramentas

Níveis de Incerteza e Ferramentas. Nível 1. Nível 2. Nível 3, Nível 4.

#### RDM foi proposto mas não testado

O RDM foi proposto, mas não testado.

#### Desenho de Pesquisa

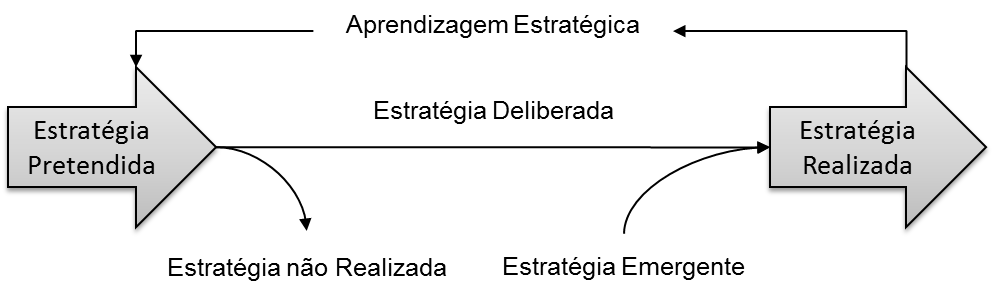
Desta maneira, configura-se o Desenho de pesquisa.

#### [Seções Antigas – Problema de Pesquisa]

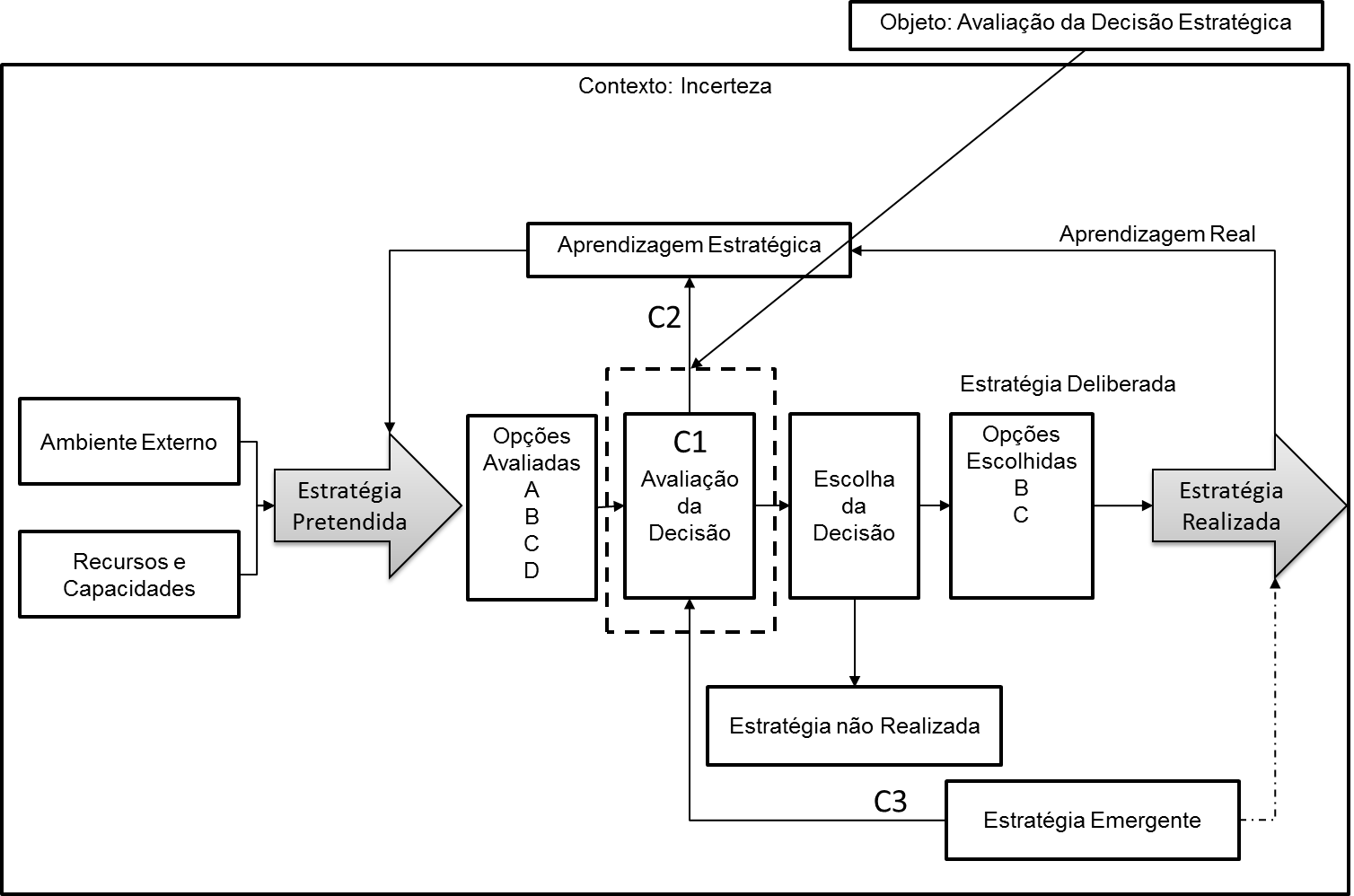
## Tentativa de Definição do Objeto de Pesquisa com as Estratégias Emergentes

Observando como estratégias são formadas nas empresas, Mintzberg e Waters (1985) sustentam que estratégias emergentes e estratégias deliberadas podem ser concebidas como dois extremos de um espectro no qual estratégias do mundo real estão. Para que uma estratégia realizada seja puramente deliberada é necessário que seja fruto de uma intenção explícita, executada exatamente como pretendida, sem interferência de fatores externos. Neste sentido, o ambiente deveria ser perfeitamente previsível. Para que uma estratégia seja perfeitamente emergente, é necessário que haja ação consistente ao longo do tempo, porém sem intenção. A relação entre estes conceitos é ilustrada na Figura 3.

Figura – Tipos de Estratégias



Fonte: Mintzberg e Waters (MINTZBERG; WATERS, 1985, p. 271).



Problema conceitual: A decisão não está entre a estratégia pretendida e a estratégia deliberada, mas sim antes da estratégia pretendida. Lendo o texto do mintzberg, ficou claro que a estratégia emergente é “Não-deliberada” por definição, e portanto não pode ser de análise formal. Além disso, a decisão estratégica está antes da “estratégia pretendida”.

“Note the distinction here between unrealized strategy-that is, intentions not successfully realized-and realized strategy that is unsuccessful in its consequences. The intention to escalate was realized, in fact from Johnson’s point of view, over-realized; it just did not achieve its objective. In contrast, John F. Kennedy’s earlier intention to provide advisers to the Vietnam army was not realized to the extent that those advisers became combatants. It should be noted, however, that the degree of deliberateness is not a measure of the potential success of a strategy. In our research, we have come across rather emergent strategies as well as rather deliberate ones that have been highly successful (see the discussion of the experimental film strategy later in the text for an example of the former) and others of both types that have been dramatic failures.)” - Isso Sugere que a decisão estratégia precede a estratégia pretendida E a estratégia emergente também. Ou seja, a decisão estratégica não é consistente com este frame!

## Resultados Esperados do RDM e Constructos Relacionados

Quadro – Resultados a Avaliar em uma Aplicação do RDM

| **Constructo Relacionado** | **Resultado Esperado** | **Frase em Lempert et. al (2006)** |
| --- | --- | --- |
|  | **Outputs Previstos das Etapas** | |
|  | Identificação de Vulnerabilidades | “Identificar vulnerabilidades das estratégias atuais.” (p. 514) |
|  | Identificação de Cenários | “Identificar futuros importantes para a decisão interpretáveis como cenários narrativos” (p. 514) |
|  | Caracterização de Tradeoffs | “Avaliar os tradeoffs envolvidos na decisão” (p. 514) |
|  | **Outcomes Previstos do Processo** | |
| Overconfidence | Redução da Confiança em Excesso | “O RDM é projetado para reduzir problemas com “overconfidence” desafiando analistas e decisores a explorar uma faixa ampla de futuros plausíveis” (p. 515) |
| Decision Consensus | Consenso sobre Decisão vs Consenso sobre Pressupostos | “O RDM é projetado para facilitar o “agreement” (consenso?) fornecendo um framework analítico nos quas as partes podem concordar em ações de curto prazo robustas de acordo com diversas expectativas e valores” (p. 515). |
| Non-Predictive Strategies  Estratégias Adaptativas | Favorecimento de Estratégias Adaptativas | “[...] RDM pode ajudar a projetar estratégias robustas cujos componentes podem não ser óbvios no início da análise. Por exemplo, Estratégias robustas são frequentemente adaptativas. Elas evoluem com o tempo em resposta a novas informações”. (p. 515). |
| Robust Strategies | Identificação de Estratégias Robustas | “Projetar e Encontrar estratégias robustas usando modelos e dados disponíveis aos decisores” (p. 514) |
| Decision Quality (OLSON; PARAYITAM; YONGJIAN BAO, 2007) | Decisões Melhores | “A proposição de que o RDM irá ajudar decisores a tomar melhores decisões em situações importantes em comparação à abordagens tradicionais precisa ser testada.” (p. 518) |
|  | Utilidade da Abordagem de Decisões Robustas | “[...] para testar a proposição de que decisores em algumas circunstâncias irão considerar ferramentas de suporte à decisão que identifiquem estratégias robustas mais úteis do que ferramentas baseadas em abordagens tradicionais”. (p. 518) |

Fonte: Consolidado pelo Autor.

## Textos Antigos

No contexto deste trabalho, o termo “estratégia” deve ser entendido como um Plano (MINTZBERG, 1987). O conceito da Estratégia não será utilizado como uma integração entre os cinco P’s, como propõe Mintzberg (1987), visto que O termo não será utilizado considerando os outros “quatro P’s da Estratégia” visto que as abordagens discutidas neste texto pouco tem a contribuir à estratégia quando considerada como Padrões, Perspectivas, Pretextos ou .

Decisões estratégicas são especialmente impregnadas em incerteza. A própria incerteza relacionada à uma decisão é um dos fatores que *define* o que é uma decisão estratégica. (DYSON et al., 2007). Considerando o caráter pervasivo da incerteza no ambiente estratégico, surge a questão: “Como avaliar decisões estratégicas em situações de incerteza?”. Esta seção do trabalho procura orientar esta discussão sustentando que: (i) Considerar a Incerteza adequadamente para a avaliação de decisões estratégicas é essencial; (ii) A literatura atual estratégia possui um amplo arsenal de ferramentas para suporte à decisão estratégica, porém; (iii) Devido à fragilidade das abordagens atuais em situações de incerteza profunda, um grupo emergente de abordagens formou-se nas últimas duas décadas no contexto da avaliação de políticas públicas. Em seguida, a próxima seção introduzirá o problema de pesquisa tratado por esta dissertação.

#### [Considerar a Incerteza no Processo de Planejamento Estratégico é Vital para a Tomada de Decisão]

Indicadas

#### [A literatura atual normativa em estratégia possui um amplo arsenal de ferramentas para suporte à decisão estratégica]

A importância da incerteza para a tomada de decisões estratégicas motivou diversos acadêmicos a propor abordagens procurando endereçar este problema. Abordagens quantitativas formais, como a Análise de Decisão Bayesiana (Bayesian Decision Analysis) (HILLIER; LIEBERMAN, 2010) e Opções Reais (LUEHRMAN, 1998; TRIGEORGIS; REUER, 2017) procuram endereçar este problema por meio do método padrão da pesquisa operacional, propondo a construção de modelos, e o cálculo do valor monetário esperado das opções em consideração, e a escolha da estratégia com o maior valor esperado.

Tais abordagens, no entanto, são criticadas por incentivarem decisões vulneráveis à caracterização de probabilidades adotadas em suas análises. (LEMPERT et al., 2006). Os métodos tradicionais de análise de decisão são projetados para identificar estratégias ótimas dependentes de uma caracterização de incerteza que obedece aos axiomas da teoria da probabilidade. Tais abordagens começam com a formulação de um modelo que representa o sistema em análise, calculando variáveis de interesse dada uma estratégia e um conjunto de distribuições de probabilidades relacionadas aos parâmetros de input do modelo. Quando existe incerteza sobre o modelo ou sobre os inputs do modelo, frequentemente são realizadas análises de sensibilidade para testar a dependência da estratégia escolhida em relação ao modelo e aos seus inputs. Tal abordagem funciona bem quando as decisões são insensíveis a incertezas relacionadas aos inputs do modelo. Quando este não é o caso, porém, a análise de decisão tradicional mostra-se inadequada para tal aplicação. Por exigir que se conheça uma distribuição de probabilidades a priori, tal abordagem tende a forçar analistas e tomadores de decisão a minimizar a incerteza de modo a facilitar previsões. (LEMPERT et al., 2006).

Questionando a utilidade e efetividade das abordagens até então existentes em situações de incerteza, uma nova vertente emergiu: As abordagens de Planejamento por Cenários. (SCHOEMAKER, 1995; WACK, 1985). Tal abordagem propunha uma nova maneira de conduzir a avaliação de inciativas estratégicas. Ao invés de procurar prever o futuro, tal abordagem propõe a avaliação de diferentes futuros plausíveis, e suas implicações para as estratégias atuais. (WACK, 1985). Tal abordagem rapidamente tornou-se popular no âmbito do planejamento estratégico, desenvolvendo diferentes vertentes de aplicação. (BRADFIELD et al., 2005). De fato, tal capilaridade é nítida ao notar-se que existem ao menos 23 diferentes variações de abordagens orientadas a cenários. (BISHOP; HINES; COLLINS, 2007).

Ainda que contribua abrindo o leque de futuros considerados em um planejamento, a metodologia de cenários apresenta fraquezas. Em primeiro lugar a escolha de qualquer pequeno número de cenários para representar um futuro complexo é inevitavelmente arbitrária. Em segundo lugar, a abordagem de cenários não provê uma forma sistemática de comparar estratégias alternativas (GROVES; LEMPERT, 2007; LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003).

No entanto, tais fragilidades não permitem sugerir que tais abordagens são inúteis. De fato, argumentos empíricos favoráveis ao Planejamento de Cenários foram expostos, o indicando como uma forma de desestimular o viés otimista de gestores. (SCHOEMAKER, 1993). Além disto, recentemente foi experimentalmente testada a hipótese de que o Planejamento por Cenários interfere no processo decisório incentivando a escolha de decisões mais robustas, corroborando com a argumentação pela sua utilidade. (GONG et al., 2017).

#### [Devido à fragilidade das abordagens atuais em situações de incerteza profunda, um grupo emergente de abordagens formou-se nas últimas duas décadas no contexto da avaliação de políticas públicas]

Buscando superar as limitações das abordagens tradicionais quantitativas e do Planejamento por Cenários, uma série de abordagens emergiram para a tomada de decisão sob incerteza profunda. A abordagem da Modelagem Exploratória (BANKES, 1993) e especificamente a abordagem *Robust Decision Making* (RDM) (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003) foram propostos e subsequentemente desenvolvidos por diversos pesquisadores associados à RAND Corporation (GROVES; LEMPERT, 2007; LEMPERT; POPPER; BANKES, 2002, 2003). Paralelamente, outras abordagens (também conhecidas como “robustness frameworks” (HERMAN et al., 2015)) emergiram nas últimas duas décadas, incluindo: (i) A Abordagem Info-Gap (BEN-HAIM, 2006); Decision Scaling (BROWN, 2011); “Many Objective Robust Decision Making” (MORDM) (KASPRZYK et al., 2013); e o “Dynamic Adaptive Policy Pathways” (DAPP) (HAASNOOT et al., 2013). Embora uma terminologia comum para estes métodos ainda não está disponível, Herman et al. (2015) evidenciam as principais semelhanças entre estas abordagens, as quais desviaram-se da abordagem baseada na Utilidade Esperada das decisões para uma abordagem “*bottom-up”*, as quais identificam situações de vulnerabilidade antes de definir probabilidades aos cenários ou variáveis.

Cabe ressaltar alguns aspectos que realçam a relevância desta “nova onda” de métodos. Assim como as “ondas” anteriormente descritas (como o planejamento de cenários) redefiniu a prática em seu contexto, pode-se argumentar que este novo conjunto de métodos também o está realizando em seu contexto. Isto pode ser notado em diversos aspectos.

Primeiramente, deve-se notar a relevância dos problemas que estas abordagens têm buscado endereçar. Algumas questões endereçadas, apenas pela abordagem RDM, incluem: “Como garantir que o Lago Mead[[1]](#footnote-1) não seque nos próximos 50 anos? ”; “Que estratégia energética Israel deve perseguir no longo prazo? ”(POPPER et al., 2009); “Em que tipos de armamento uma nação deveria investir para sua defesa? ” (LEMPERT et al., 2016); “O Congresso Americano deveria aprovar e manter o “Terrorism Risk Insurance Act (Lei de Seguridade relacionada a Ataques Terroristas)? ” (DIXON et al., 2007); “Como melhorar a Resiliência da Infraestrutura Africana (Energia e Água) às mudanças climáticas? ” (CERVIGNI et al., 2013); e “Como tornar uma cidade do Vietnam robusta contra enchentes? (LEMPERT et al., 2013)”. Estas são algumas das perguntas endereçadas por estes métodos.

Ainda, não se pode ignorar o aspecto estrutural do crescimento da adoção destes métodos. Deve ser notado que tal grupo de métodos tem o patrocínio do World Bank. Tais métodos são referenciados em *working papers* do World Bank os quais os indicam como uma nova abordagem para decisões sob incerteza profunda. (HALLEGATTE et al., 2012; KALRA et al., 2014). Além disto, deve-se mencionar a fundação de uma sociedade exclusivamente dedicada ao desenvolvimento e à disseminação destes métodos, a “Society for Decision Making Under Uncertainty”[[2]](#footnote-2).

Considerando este conjunto de fatos, considera-se evidente a relevância deste conjunto de métodos para a avaliação de decisões estratégicas sob incerteza. Consequentemente, novas perguntas surgem a partir destas constatações, como: “O que a criação deste novo conjunto de métodos implica para avaliação de decisões estratégicas sob incerteza para as organizações? Uma organização deveria buscar entender e aplicar estes métodos? A área de aplicação destes métodos estende-se para a área da estratégia empresarial? As empresas deveriam usar o RDM e os demais métodos similares? Engenheiros de Produção devem aprender o RDM ou métodos assemelhados? ”.

A seguinte seção procurará ressaltar o custo de não responder algumas destas questões, definindo o problema, questão e objeto de pesquisa deste trabalho. Em seguida serão definidos os objetivos de pesquisa e as justificativas acadêmicas e empresariais.

## O Grande Dilema do Longo Prazo

O Futuro de longo prazo é ao mesmo tempo o mais difícil de visualizar e o mais fácil de influenciar. Será muito difícil você prever onde estará daqui a 5 anos, em comparação a onde estará amanhã. No entanto, tem poucas chances de mudar muito onde estará amanhã, e mais chances de mudar onde estará em 5 anos. Em termos simples, o futuro é mais difícil de ver do que mudar.

## Ideias Retiradas da Introdução em 04/04/2017

Explicações Concorrentes para o RDM ainda não ter sido adotado...

### Explicações Concorrentes para o RDM ainda não ter sido adotado...

O RDM e métodos similares tem potencial a contribuir com a literatura em estratégia em diversas correntes.

A Literatura em “Desenvolvimento da Estratégia” clama pela melhoria dos métodos para o “ensaio” e avaliação da estratégia, e pela consideração de incertezas

A Literatura em “Estratégias Adaptativas” argumenta que é preciso favorecer estratégias adaptativas

A Literatura em “Data Science” e “Data Driven Decision Making” clama pelo uso de métodos analíticos ao invés dos HyPPOs

A Literatura em PO clama pela exploração de dados simulados

Apesar disso, elas aparentam ignorar a potencial contribuição desta nova onda de métodos

Como esta reticência pode ser explicada:

- Faz pouco tempo que há uma evidência concreta da utilidade destes novos métodos;

- Estes métodos são muito novos;

- Nenhuma figura “importante” dos negócios “patrocinou” estes novos métodos (como a Shell fez com o planejamento por cenários);

- Apesar de haver uma delimitação teórica sobre o alcance destes métodos, não está claro qual será a contribuição destes métodos para a estratégia empresarial, e não está claro em que contextos específicos deve-se aplica-los;

- As empresas não precisam de uma “nova onda” de métodos;

- O RDM e os métodos similares não são tão diferentes assim dos métodos atuais;

- Não está claro se estes métodos mudariam a decisão (ou a qualidade da decisão) em comparação ao uso dos métodos atuais;

- Os pesquisadores em estratégias estão “ocupados demais” para testar estes novos métodos;

- Os pesquisadores que gostariam de aplicar estes métodos o consideram confuso / complicado demais para os seus problemas.

- Os pesquisadores atuais não querem métodos novos;

- As empresas não precisam de mais métodos complicados;

- Não faltam abordagens para lidar com incerteza;

- Abordagens complicadas como o RDM mais atrapalham do que ajudam;

- A análise de Riscos atende a estas necessidades e torna o RDM inútil em negócios;

- A análise de opções reais atendem bem as necessidades para a abordagem da incerteza, e o RDM

- Os métodos novos geram uma baixa taxa de publicação, tornando-os indesejáveis para o ambiente acadêmico;

- A pesquisa “descritiva” empírica ou teórica tradicional em gestão de estratégias não se preocupa/encarrega com o desenvolvimento de métodos;

- A pesquisa “Normativa” em gestão de estratégias não “inventou” o RDM e por isso não tem interesse em pesquisar / publicar sobre o tema;

- O RDM tira o escopo dos métodos nos quais os pesquisadores “normativos” dependem, o que os desestimula a pesquisar e publicar nesta área;

- Os pesquisadores tratam o RDM como algo que “é interessante, mas não vou fazer”;

- Estes métodos usam técnicas muito complicadas;

Apesar disso, estas ideias começou a ser disseminada.

[A Incerteza permeia o ambiente de negócios, e é necessário tomar decisões ainda assim]

[Riscos e Incertezas estão presentes nos negócios]

## Exemplo relacionado à Incerteza

### Exemplo relacionado à Incerteza

Considere-se por exemplo uma empresa que oferta alguma forma de recurso natural (seja água, energia, minério, petróleo, etc.), de modo que é necessário, hoje, decidir os investimentos a realizar de modo a atender à demanda futura. O resultado deste investimento dependerá de diversos fatores incertos como o custo real de seu investimento, taxa de câmbio, qualidade do recurso natural encontrado, demanda futura, e etc. Além disso, há diversas opções de investimentos presentes hoje, de modo que cada uma das possíveis estratégias a adotar (entenda-se aqui estratégia por conjunto de decisões tomadas) são diferentemente associadas à tais incertezas.

Uma alternativa possível para este problema é atribuir distribuições de probabilidade para um conjunto de tais incertezas (por exemplo, usando a abordagem Bayeseana), definindo-se uma função de utilidade para a questão, e calculando-se a utilidade esperada de cada uma das opções. Em seguida, obter-se-á uma decisão *ótima* a tomar. Tal abordagem pode funcionar muito bem, desde que as probabilidades inicialmente estimadas sejam realmente coerentes. O problema desta abordagem é que ela *pressupõe* que se sabe de antemão as probabilidades de ocorrência de eventos futuros.

[Incertezas dificultam a tomada de decisão relacionada à decisões de longo prazo]

Tais incertezas dificultam os processos de decisão, de modo que é necessário adotar premissas e pressupostos para a condução de planejamento de longo prazo.

[As alternativas atuais não funcionam tão bem]

Uma maneira de lidar com as incertezas é atribuir às mesmas informações de probabilidade, o que permite calcular um valor esperado. Apesar disso, como a literatura em Planejamento de Cenários argumenta, a atribuição de probabilidades à incertezas é arbitrária, o que

Se estas previsões (quanto a mercado, preços e custos, por exemplo) sempre funcionassem, não haveria problema. Este porém, não é o caso. Previsões falham, e principalmente, quando são mais críticas (pierre wack).

[Apesar disso, métodos atuais de planejamento falham quando ignoram incertezas]

[Incerteza e Complexidade também são características de problemas complexos]

ads

[Métodos atualmente usados não funcionam bem com incertezas.]

Os

[No processo de decisão x, incertezas também estão presentes]

[Os novos métodos RDM e modelagem exploratória podem contribuir]

Buscando superar estas dificuldades com uma abordagem quantitativa, a abordagem da Modelagem Exploratória (Bankes, 1993) foi proposta e subsequentemente desenvolvida por diversos pesquisadores associados à RAND Corporation (Groves & Lempert, 2007; Lempert, 2003; Lempert, Popper, & Bankes, 2002).

Tais abordagens utilizam grandes conjuntos de modelos computacionais, não para realizar previsões, mas sim para avaliar o desempenho de estratégias em um grande conjunto de cenários (Groves & Lempert, 2007). Tal abordagem opera sob o princípio de que

A abordagem da modelagem exploratória, e mais especificamente a RDM tem sido aplicada continuamente em diversos contextos, incluindo planejamento de fornecimento de água, e planejamento para mudanças climáticas, planejamento para resiliência em zonas sujeitas a elevação do nível do mar, planejamento energético, questões fiscais e segurança nacional

[Apesar disso, estes métodos ainda não foram usados aqui no Brasil]

[Definir o tema de pesquisa sucintamente]

# Texto Retirado da Justificativa em 3/05/2017

Diante das implicações da incerteza para a decisão estratégica, diversos acadêmicos procuraram argumentar pela adoção do critério de robustez para a tomada de decisões estratégicas (ROSENHEAD; ELTON; GUPTA, 1973) bem como pela flexibilidade das decisões estratégicas (SHIMIZU; HITT, 2004). Tal demanda por parte das empresas tornou-se evidente pela capilaridade da adoção das abordagens de cenários (BRADFIELD et al., 2005). Além disso, o argumento por estratégias flexíveis

Lempert, Popper e Bankes (2003, p. 11–37) apresentam uma “história do pensamento sobre o futuro”, argumentando que há um amplo arsenal de abordagens para o planejamento de longo prazo. No entanto, tais abordagens possuem limitações importantes para o planejamento de longo prazo. Em geral, tais limitações estão relacionadas à incapacidade de considerar adequadamente a “multiplicidade de futuros plausíveis”. (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003).

Para as abordagens baseadas em Narrativas (Planejamento por Cenários, Delphi e Foresight), tal incapacidade reside no fato de que um conjunto de narrativas sobre o futuro dificilmente representam adequadamente detalhes importantes sobre o futuro. Além disso, a escolha de qualquer pequeno número de cenários para representar um futuro altamente complexo será arbitrária. Outro ponto de fragilidade destas abordagens é a sua reticência quanto a definição de uma maneira sistemática de avaliação das decisões disponíveis. (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003).

Quanto à abordagem tradicional de simulação, sua limitação apontada está em como a análise trata os pressupostos utilizados na construção do modelo (ou seja, sua estrutura) e posteriormente em sua execução (ou seja, em seus parâmetros). O argumento central reside no fato de que o modelo é frequentemente usado para predizer o futuro, mesmo que não seja possível validá-lo. (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003). Tal crítica é fundamentada sobre o argumento pela “Modelagem Exploratória” (BANKES, 1993), a qual será tratada em maior profundidade no tópico 2.3.2.

Quanto às abordagens baseadas na Análise Formal de Decisão (Decision Analysis), sua principal limitação reside na necessidade de atribuição de probabilidades aos possíveis eventos relacionados à situação. Se diferentes stakeholders possuem diferentes expectativas sobre o futuro, segue-se que os stakeholders escolherão a probabilidade que melhor suporte sua posição. (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003).

## Alternativas para a Avaliação de Estratégias sob Incerteza Profunda

Porquê o RDM é necessário, se a a avaliação de decisões estratégicas sob incerteza existe “desde sempre”?

[A ideia desta seção é, ao invés de apresentar o objeto e pular para a solução, mostrar com mais detalhes como são as soluções atualmente propostas (eg.: opções reais) e discutir porque elas não resolvem o problema sozinhas. Talvez isso fique melhor na justificativa de forma resumida.]

Possíveis Itens...

Prescrições – Como Formar Estratégias sob Incerteza

A “Escola Mckinsey”

Estratégia sob incerteza Courtney, Kirkland e Viguerie (1997).

Framework de Níveis de Incerteza

Posturas Estratégicas Sob Incerteza

“Moves” estratégicos sob incerteza

O processo sugerido para a estratégia sob incerteza:

Abordagem por Cenários

Decision Analysis

Em situações de incerteza, a literatura em estratégia recomenda que mantenha-se uma “flexibilidade estratégica”. “Flexibilidade” é um critério considerado como um critério para a avaliação de uma boa estratégia, seja em empresas, no governo ou em um confronto armado.(MINTZBERG; QUINN, 2001, p. 26).

Opções Reais

Descrições – Como os Atores agem sob incerteza

Kahneman

## Anotações

O RDM não é a única abordagem quantitativa para situações de incerteza. Esta seção do trabalho revisa sucintamente os trabalhos que procuraram situar o RDM em relação a outros métodos.

Walker – Modelagem Exploratória

Hallegate e os outros métodos indicados.

Com o que o RDM se compara?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Autor** | **Abordagens Alternativas** | **Classe de Problemas** |
| (HALLEGATTE et al., 2012) | Cost-Benefit Analysis  Real Options  Climate Informed Decision Analysis / Decision Scaling | Investment Decision Making at Climate Change |
| (SHORTRIDGE; AVEN; GUIKEMA, 2017) | Probabilistic Risk Assessment (Qualitative Uncertainty Factors and Probability Bounds) | Risk Assessment |
| (HALL et al., 2012) | Info-Gap | Climate Policy Making |
| (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003) | Scenario Planning and “Predict-Then-Act” Approaches | Long Term Policy Analysis |
| (LEMPERT; COLLINS, 2007) | Optimal Expected Utility, Precautionary Approach | Decision Making Under Deep Uncertainty |
| (DITTRICH; WREFORD; MORAN, 2016) | Cost-Benefit Analysis, Cost-Effectiveness Analysis, Multi-Creteria Analysis  Portfolio Analysis  Real Option Analysis | Climate Change Adaptation |
| (KWAKKEL; WALKER; HAASNOOT, 2016) | Dynamic Adaptive Policy Pathways | Public Policy Problems |

Outra Abordagem: Info-Gap – Bem-Haim: Tem artigo fazendo comparação.

Hall et al. (2012) comparam o método RDM e o Método Info-Gap analisando um mesmo caso usando os dois métodos, observando que os resultados obtidos por ambos é similar.

O RDM requer uma série de decisões para a realização da análise, incluindo: as estratégias iniciais a serem consideradas na análise, um critério de performance absoluto ou baseado em “Arrependimento”, os valores que constituem um nível aceitável de performance, e a escolha dos cenários que melhor caracterizam as vulnerabilidades das estratégias em consideração (dentre aqueles sugeridos pelos algoritmos). (HALL et al., 2012).

Ao comparar os dois métodos usando um exemplo prático, Hall et al. (2012) sugerem que esta seria uma maneira adequada de comparar abordagens de tomada de decisão robusta.

Abordagens de Tomada de Decisão Robusta (Robust Decision Methods / Approaches).

Outra Questão: Porque RDM é importante para a Engenharia de Produção?

1. O conhecimento Normativo em Engenharia de Produção (ex.: Como devem ser projetados e gerenciados sistemas produtivos) está baseado na abordagem “Predizer e Agir”;
2. A maior parte deste conhecimento foi gerado em uma época de estabilidade econômica, o que fazia isso funcionar... mas
3. Vivemos em Tempos de Incerteza;
4. Predizer e Agir funciona terrivelmente em Situações de Incerteza Severa;
5. Novas abordagens para a tomada decisões robustas estão disponíveis;
6. No entanto, a EP ainda não se apropriou de tais abordagens;
7. Portanto, a Engenharia de Produção deveria se voltar à tais abordagens.

Formas de Avaliar:(LEMPERT; COLLINS, 2007)

Optimal Expected Utility

Precautionary Approach

Formas de Avaliar a Robustez:

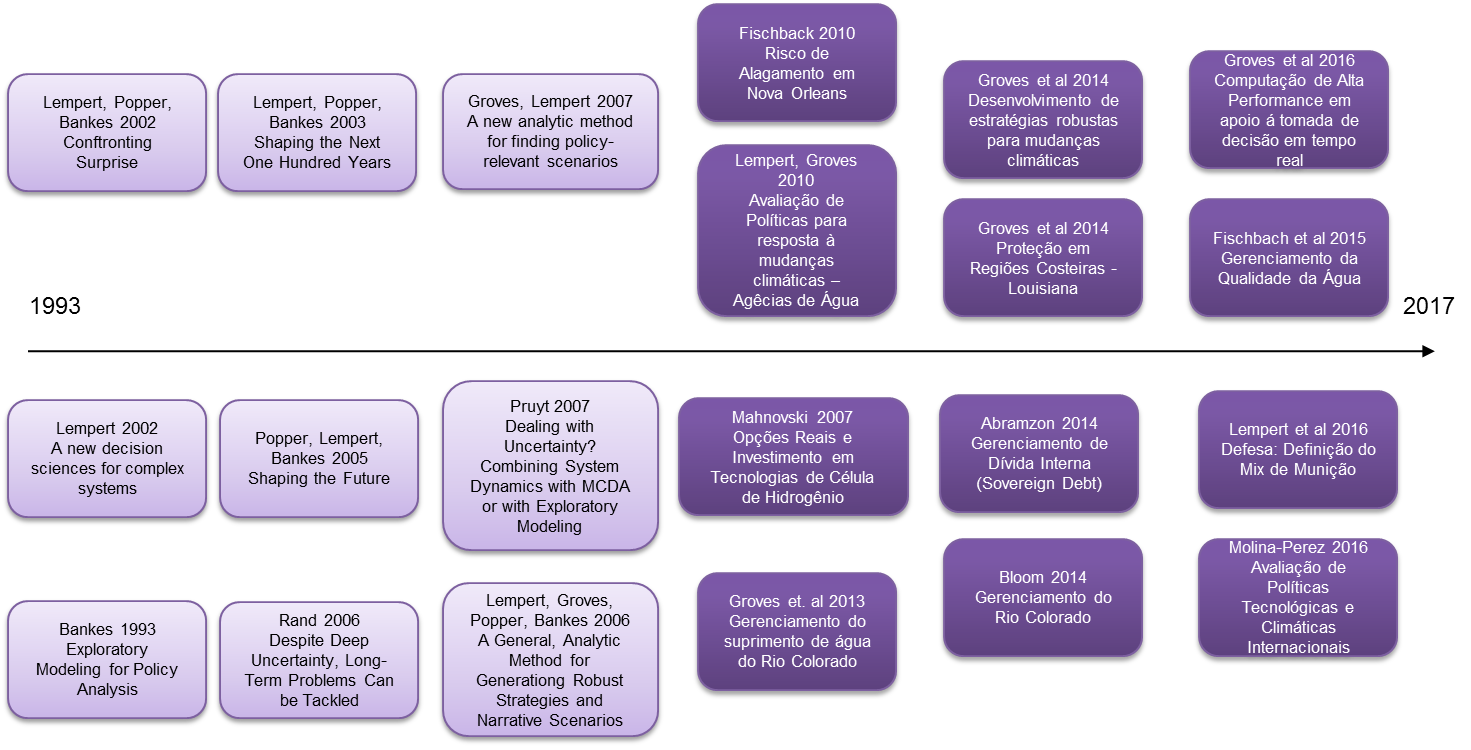
Robustez: Performar bem em um amplo conjunto de possíveis futuros

Robustez: Trocar um pouco de performance ótima por menos sensibilidade à falhas nos pressupostos.

Robustez: Manter opções abertas.

## Imagem de Aplicações do RDM

Figura – Trabalhos Seminais e Últimas aplicações do RDM

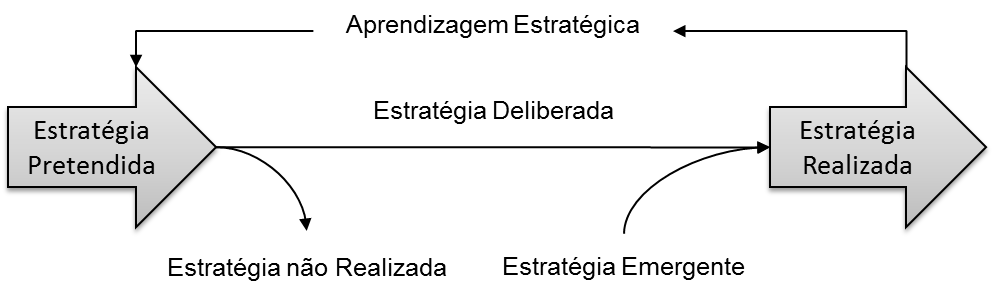


Fonte: Elaborada pelo autor.

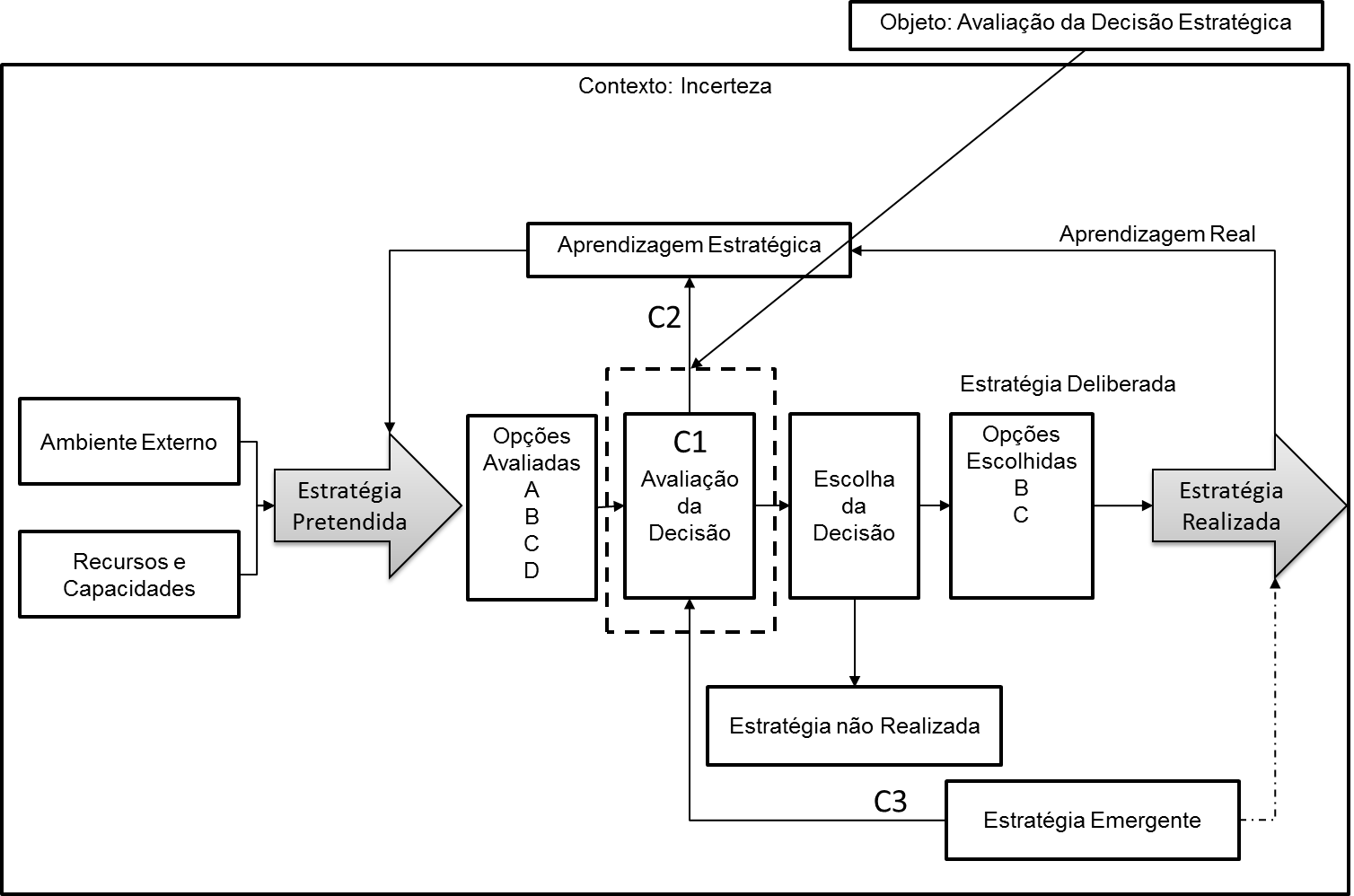
# Tentativa de Definição do Objeto de Pesquisa com as Estratégias Emergentes

Observando como estratégias são formadas nas empresas, Mintzberg e Waters (1985) sustentam que estratégias emergentes e estratégias deliberadas podem ser concebidas como dois extremos de um espectro no qual estratégias do mundo real estão. Para que uma estratégia realizada seja puramente deliberada é necessário que seja fruto de uma intenção explícita, executada exatamente como pretendida, sem interferência de fatores externos. Neste sentido, o ambiente deveria ser perfeitamente previsível. Para que uma estratégia seja perfeitamente emergente, é necessário que haja ação consistente ao longo do tempo, porém sem intenção. A relação entre estes conceitos é ilustrada na Figura 3.

Figura – Tipos de Estratégias



Fonte: Mintzberg e Waters (MINTZBERG; WATERS, 1985, p. 271).

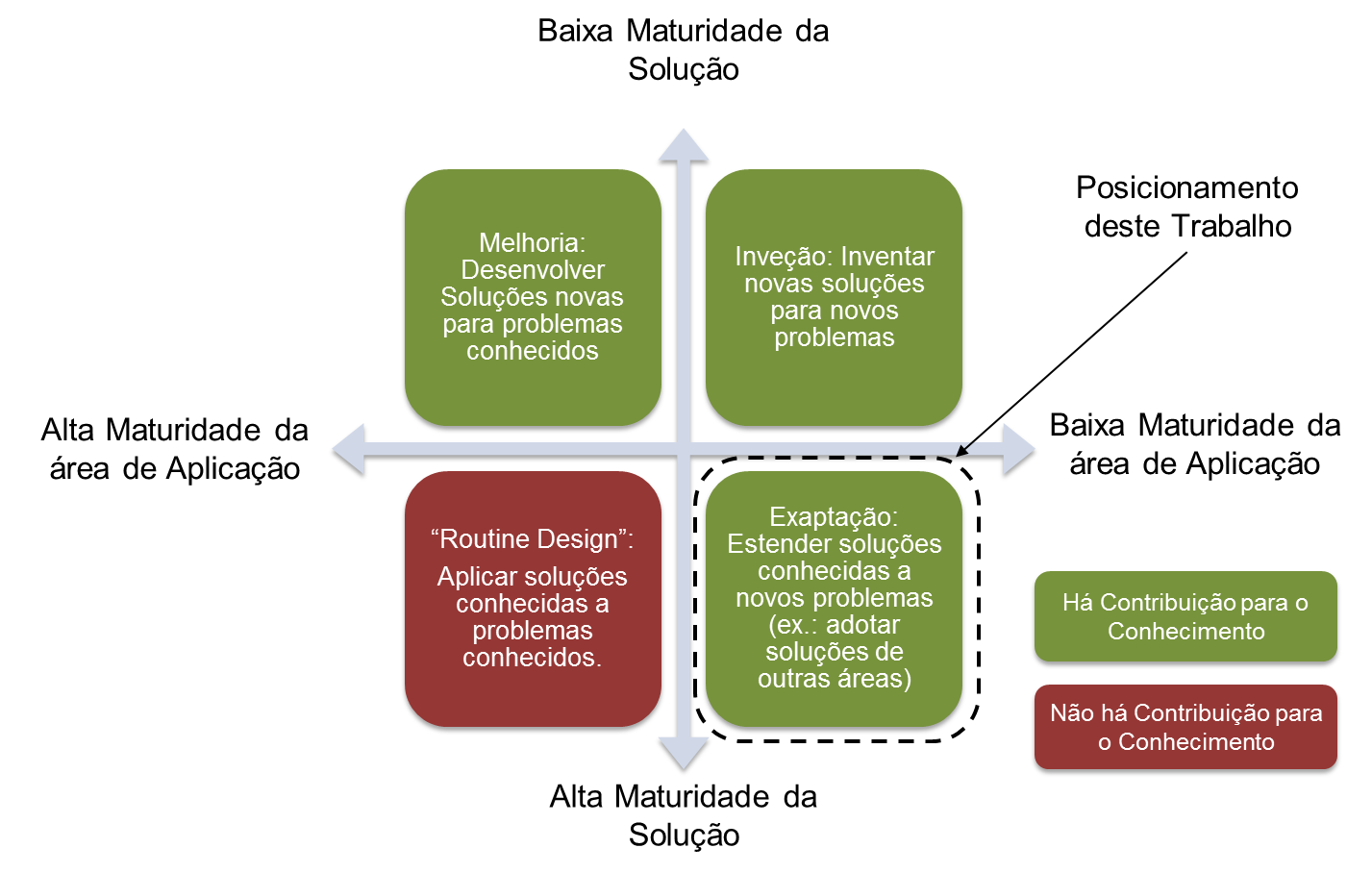


Problema conceitual: A decisão não está entre a estratégia pretendida e a estratégia deliberada, mas sim antes da estratégia pretendida. Lendo o texto do mintzberg, ficou claro que a estratégia emergente é “Não-deliberada” por definição, e portanto não pode ser de análise formal. Além disso, a decisão estratégica está antes da “estratégia pretendida”.

“Note the distinction here between unrealized strategy-that is, intentions not successfully realized-and realized strategy that is unsuccessful in its consequences. The intention to escalate was realized, in fact from Johnson’s point of view, over-realized; it just did not achieve its objective. In contrast, John F. Kennedy’s earlier intention to provide advisers to the Vietnam army was not realized to the extent that those advisers became combatants. It should be noted, however, that the degree of deliberateness is not a measure of the potential success of a strategy. In our research, we have come across rather emergent strategies as well as rather deliberate ones that have been highly successful (see the discussion of the experimental film strategy later in the text for an example of the former) and others of both types that have been dramatic failures.)” - Isso Sugere que a decisão estratégia precede a estratégia pretendida E a estratégia emergente também. Ou seja, a decisão estratégica não é consistente com este frame!

# Figura da contribuição por exaptação

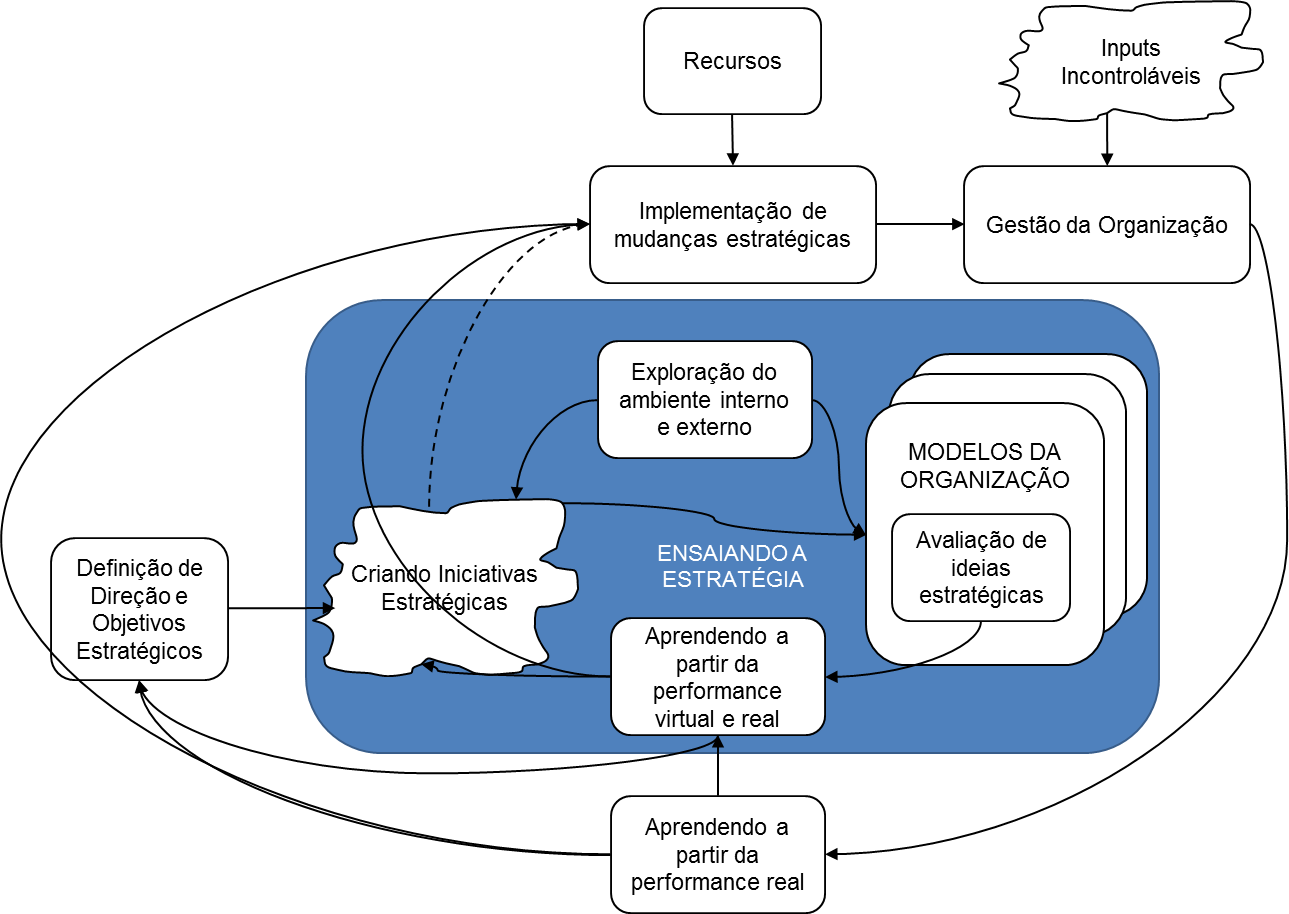
Figura – Posicionamento da Contribuição desta Pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Gregor e Hevner (2013, p. 345)

# Framework de desenvolvimento da estratégia de dyson

Figura – Processo de Desenvolvimento da Estratégia



Fonte: Dyson et al. (2007, p. 12).

Considerando a necessidade de antecipação, Dyson et al. (2007) nomeiam o processo de “ensaio da estratégia” compreendendo o uso de modelos que exploram a performance futura da organização e são usados para testar e avaliar opções estratégicas alternativas. Esta performance futura “virtual” pode então ser comparada em relação à direção pretendida para a organização. Como a performance da organização também será influenciada por incertezas externas, esta avaliação necessita de uma maneira de capturar tal incerteza. A razão pela qual realizar esta avaliação reside no pressuposto de que é necessário adotar uma atitude crítica em relação às iniciativas estratégicas, de modo que, quanto melhor for o “teste” da estratégia, maior será que a sua chance de sucesso. (DYSON et al., 2007).

Dyson et al. (2007, p. 21) propõe atributos de efetividade de um processo de desenvolvimento da estratégia. Dentre estes atributos, propõe-se que a etapa de avaliação estratégica será efetiva caso não apenas realize uma avaliação financeira, mas sim comtemple uma “avaliação multidimensional incorporando risco e incerteza”. (DYSON et al., 2007, p. 21).

# Porque É plausível que o RDM ajude a avaliar decisões Estratégicas?

-------

Empresas em ambientes dinâmicos deveriam adotar planejamento compreensivo. (PRIEM, 1995)

Executivos que abandonam a preparação cuidadosa de planos de longo prazo e abandonam uma avaliação sistemática do ambiente e uma análise detalhada das alternativas podem sofrer resultados econômicos negativos. (PRIEM, 1995).

Racionalidade no processo de formação da estratégia (não necessáriamente na decisão), representada pelos níveis de scanning, análise e planejamento reportado pelos top managers em organizações de manufatura estão positivamente relacionadas à performance da empresa. (Justificativa) (PRIEM, 1995).

A incerteza existente em ambientes dinâmicos demandam a análise de um conjunto rico de alternativas. (PRIEM, 1995).

--------

Empresas Pequenas:

(BRINCKMANN; GRICHNIK; KAPSA, 2010)

O planejamento promete mais retorno para as empresas que estão estabelecidas do que para as que estão começando. Por este motivo o RDM pode ser ainda mais importante. RDM é uma forma de aprender sem experimentar a realidade!!!

Em contextos de alto grau de incerteza, é recomendável considerar planos de contingência e focar em controlar recursos que podem ser usados flexívelmente enquanto se executa atividades que permitem a aprendizagem e sense-making...

Conforme a qualidade da informação aumenta, aumenta o benefício de planejar, e se torna mais econômico colocar mais recursos para business planning.

Ou seja, em situações de incerteza (no início) não vale tanto apena gastar tanto tempo planejando...

Processos de planejamento longos e deslocados da interação do mercado e sem feedback parecem prejudiciais. Planejamento e execução podem ser atividades concorrentes e orquestradas para fornecer feedback loops..

Processos com maior formalização aparentam ter mais resultados do que processos com baixa sofisticação..

Planejamento sistemático aparenta ter mais efeito em performance do que planejamento aleatório.

------

# Estrutura do trabalho antiga

A Figura 4 ilustra a Estrutura proposta para este trabalho. No capítulo 2, serão expostos os principais conceitos pertinentes para a execução deste trabalho, incluindo a Avaliação de Decisões Estratégicas, Incerteza Profunda, e o RDM.

Em seguida, serão detalhados no capítulo 3 o delineamento da pesquisa bem como o método de trabalho. Esta pesquisa utilizará como abordagem a Design Science Research (DRESCH et al., 2015), visto que o objetivo principal do trabalho é a aplicação, avaliação e possível adaptação de um método a um contexto novo.

No capítulo 4, propõe-se que os resultados do trabalho sejam particionados em três partes distintas. Na primeira parte, a aplicação do RDM será descrita, de modo a explicitar as decisões tomadas no processo de aplicação do RDM. Tal etapa contribuirá especificamente com a empresa em questão por propor uma análise da robustez de sua estratégia. Na segunda parte, a aplicação realizada será discutida, de modo a explicitar heurísticas contingenciais e construtivas (DRESCH et al., 2015) utilizadas durante o processo de formulação e aplicação do modelo em questão. Tal etapa busca explicitar conhecimentos obtidos na construção do modelo, contribuindo especificamente à academia, e à questão de “como aplicar o RDM” em um novo contexto.

Figura – Estrutura do Trabalho.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalmente, a terceira parte tratará de avaliar a aplicação do RDM. Propõe-se a utilização de entrevistas semiestruturadas junto a profissionais envolvidos no processo de decisão, de modo que estes explicitem sua opinião sobre a abordagem RDM. Neste sentido, procura-se finalmente avaliar a aplicabilidade do RDM e suas limitações no novo contexto de aplicação.

Após a explicitação dos resultados da pesquisa o trabalho será concluído no capítulo 5 com a explicitação de suas contribuições, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

# Método de pesquisa com a design science

Quanto ao paradigma epistemológico, este trabalho adota a Design Science. March e Smith (1995) fazem uma distinção entre as Ciências Naturais e a Design Science. Enquanto a ciência natural procura entender a realidade, a Design Science tenta criar artefatos que servem a propósitos humanos, sendo orientada a tecnologia. (MARCH; SMITH, 1995). Em outras palavras, enquanto o objetivo das Ciências Naturais é a verdade, o objetivo da Design Science é a utilidade. (HEVNER; MARCH; PARK, 2004). Neste sentido, este trabalho procurar contribuir em relação ao conhecimento existente sobre “como avaliar decisões estratégicas” (objetiva-se a utilidade das abordagens de avaliação de decisão), o que é distinto de procurar entender “como decisões estratégicas são avaliadas”.

Uma distinção realizada por Hevner et al. (2004) necessária para reconhecer o papel do método de pesquisa neste trabalho sob o paradigma da Design Science é a diferença entre “*routine design*” e a “*design research*”. A diferença entre ambos está na natureza dos problemas e das soluções. “*Routine Design*” é a aplicação do conhecimento existente a problemas organizacionais, como a construção de um sistema de informação utilizando artefatos encontrados na base atual de conhecimento. Diferente disto, a Design Science endereça problemas ainda não resolvidos de maneira única ou inovadora, ou problemas resolvidos de uma maneira mais eficiente ou efetiva. Neste sentido, o diferenciador principal da Design Science está em sua contribuição para o corpo de conhecimento em métodos. (HEVNER; MARCH; PARK, 2004). No presente caso, foi demonstrado que o problema da avaliação de decisões estratégicas sob incerteza em organizações foi resolvido de diversas formas, existindo um largo corpo de conhecimento pré-existente. No entanto, uma nova classe de artefatos desafia a utilidade deste corpo de abordagens. Neste sentido, a utilidade de abordagens para a avaliação de decisões estratégicas é o objetivo final desta pesquisa, e consequentemente, o que o método de trabalho deve objetivar.

Os produtos da Design Science podem ser classificados em quatro tipos (MARCH; SMITH, 1995): (i) Constructos; (ii) Modelos; (iii) Métodos, e (iv) Instanciações. Quanto ao produto deste trabalho, o mesmo caracteriza-se como uma instanciação. Instanciações “informam como implementar ou utilizar determinado artefato e seus possíveis resultados no ambiente real” .(DRESCH et al., 2015, p. 112). Instanciações são relevantes para a Design Science pois “demonstram a viabilidade e efetividade dos modelos e métodos que contém” (MARCH; SMITH, 1995, p. 258).

Considerando a questão de pesquisa deste trabalho, considera-se adequado adotar o paradigma epistemológico da Design Science, e o método de pesquisa, a Design Science Research (DSR) (DRESCH et al., 2015, p. 15). As etapas da DSR são representadas na Figura 27. O método inicia-se pela identificação do problema, passando pelas etapas de conscientização do problema, revisão da literatura, projeto, desenvolvimento e avaliação do artefato, explicitação das aprendizagens, conclusões, generalização para uma classe de problemas e comunicação dos resultados.

Figura – Etapas do Método de Modelagem e Etapas Correspondentes do RDM



Fonte: Adaptado de (DRESCH et al., 2015, p. 125)

Copiando Todo o Método Antes de Fazer as alterações:

# MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa deve buscar simultaneamente atender a dois requisitos: rigor e relevância. (DRESCH et al., 2015). Enquanto as seções anteriores do trabalho procuraram demonstrar sua relevância para a tomada de decisão estratégica, esta seção se ocupa de projetar seu rigor, o qual deve ser alcançado com a utilização de métodos de pesquisa adequados para as características do problema de pesquisa em questão. (HATCHUEL, 2009).

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos projetados para o avanço do conhecimento sobre “como avaliar avaliação de decisões estratégicas em situações de incerteza”. Primeiramente será explicitado o delineamento desta pesquisa. Em seguida, serão definidos os passos para a o atingimento dos objetivos do trabalho.

## Delineamento da Pesquisa

Dresch et al. (2015) ilustram a necessidade de alinhamento entre as razões para a realização de uma pesquisa, seus procedimentos e a confiabilidade dos resultados por meio de um pêndulo. Para que os resultados da pesquisa sejam confiáveis, os elementos contidos no pêndulo e as decisões realizadas em sua condução devem ser justificados.

Quanto às razões para realizar a pesquisa, este trabalho tem o objetivo de buscar a resposta para uma questão importante, a saber, “como avaliar decisões estratégicas sob incerteza profunda”. O objetivo do trabalho não é descrever como as empresas avaliam suas decisões em situações de incerteza, tampouco “predizer” como as empresas avaliarão tais decisões em um dado contexto. Baseando-se sobre o paradigma da Design Science, este trabalho tem o objetivo de *prescrever* “como” empresas devem avaliar decisões estratégicas sob incerteza profunda.

Quanto ao método científico empregado no trabalho, a abordagem da Modelagem Exploratória e o RDM são concebidos como abordagens predominantemente indutivas e abdutivas (Quadro 9).

Quadro 9 – Abordagem Científica do RDM e EMA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Referência** | **Classificação** | **Texto** |
| (LEMPERT, 2002) | Indutivo | “New approaches, which use **inductive reasoning** over large ensembles of computational experiments, now make possible systematic comparison of alter- native policy options using models of complex systems.” (p.1)  “The key to this CAR approach is an **inductive**, rather than deductive, approach to quantitative reasoning.” (p.2) |
| (BANKES; WALKER; KWAKKEL, 2013) | Indutivo  Abdutivo | “Inferring global properties of a large or infinite set from a finite sample is not a deductive process but requires some combination of **inductive** and **abductive** inference along with effective data mining and visualization tools.” (p.532) |
| (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003) | Indutivo | “Rather than prove conclusively that one particular strategy is the best choice, the process generates **inductive** policy arguments based on a structured exploration over the multiplicity of plausible futures.” (p. 67)  By its nature, such a robust-decision approach depends more on open-ended, **inductive reasoning** than on the conclusive, deductive argument appropriate for policy problems where prediction is feasible.” (p.143) |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Morabito e Pureza (2012, p. 170) indicam que, no contexto da Engenharia de Produção, onde é necessária a tomada de um conjunto de decisões a respeito de atividades realizadas em qualquer nível de planejamento, a utilização de modelos “permite compreender melhor o ambiente em questão, identificar problemas, formular estratégias e oportunidades e apoiar e sistematizar o processo de tomada de decisões”.

Desta maneira, considerando que a questão de pesquisa outrora definida requer a formulação de uma estratégia para o tratamento do problema exposto, bem como a sistematização do processo de tomada de decisão em relação à definição do cronograma de manutenção, o presente trabalho utiliza como base a abordagem metodológica da modelagem, em especial, a modelagem matemática no contexto da pesquisa operacional.

Arenales et al. (2007) define um processo para a modelagem no contexto da pesquisa operacional, indicando cinco fases para a solução de um problema, a saber: A Definição do Problema, Construção do Modelo, Solução do Modelo, Validação do Modelo e Implementação da Solução.

Utilizando como base as fases anteriormente definidas e considerando os objetivos deste trabalho específico, o presente trabalho compreendeu a execução dos procedimentos metodológicos ilustrados na Figura 2.

Figura 2 – Procedimentos Metodológicos adotados

Fonte: Os Autores

A fase de Definição do Problema consistiu no entendimento formal do problema, por meio da literatura que trata sobre o problema em si, tendo como objetivo auxiliar na definição dos parâmetros que devem ser considerados na etapa seguinte.

A etapa de Construção do Modelo abarcou as atividades de formulação do modelo matemático bem como a sua implementação no software LINDO 6.1. Por fim, a etapa de Avaliação do Modelo compreendeu todas as atividades desde a definição dos Cenários de Avaliação, passando pela tradução destes cenários para parâmetros aceitos pelo modelo, resolução do modelo via solver, tradução da resposta do solver para um formato compreensível, e por fim a avaliação final do modelo em uma situação hipotética.

(Dessa parte para frente não vou usar, não vai ser design Science)

Figura 27 – Etapas do Método de Modelagem e Etapas Correspondentes do RDM

(Imagem do Método Tradicional, macro etapas do RDM).

Fonte: Adaptado de (DRESCH et al., 2015, p. 125)

A seção seguinte tratará de apresentar a customização deste método, formando o método de trabalho desta pesquisa.

## Método de Trabalho

Dresch et al. (2015) argumenta que a validade de uma pesquisa em *design Science* deve ser obtida por meio de um conjunto de procedimentos sistemáticos, exigindo: (i) a explicitação do ambiente interno e externo do artefato e de seus objetivos; (ii) explicitação sobre os procedimentos para o teste do artefato, e; (iii) descrição dos mecanismos que gerarão os resultados da pesquisa.

Sob o paradigma da Design Science, o conhecimento é formado a partir de duas atividades elementares: (i) construir, e; (ii) avaliar. (MARCH; SMITH, 1995). Neste sentido, o conhecimento sobre uma classe de problemas e suas soluções são obtidos por meio da construção e aplicação de artefatos projetados. A avaliação de um artefato fornece informação necessária para um melhor entendimento sobre a qualidade do produto (artefato) e a qualidade do processo. O loop de construção e avaliação é tipicamente realizado diversas vezes antes que o projeto final de um artefato seja finalizado. (HEVNER; MARCH; PARK, 2004).

A avaliação objetiva de abordagens que procuram suportar decisões é um objeto de estudo delicado. Em outras palavras, avaliar artefatos não é uma tarefa trivial. No entanto, se a pesquisa em engenharia se desafia a propor artefatos, obviamente será necessário o design de procedimentos rigorosos para a sua avaliação.

Como consequência desta dificuldade, evidências empíricas que avaliem a efetividade de abordagens de suporte à decisão estratégicas são escassas. Um exemplo representativo é a abordagem de cenários. Embora haja mais de 23 abordagens diferentes para o uso de cenários (BISHOP; HINES; COLLINS, 2007), e a abordagem tenha sido concebida a mais de 30 anos (WACK, 1985), ainda são inconclusivas as evidências empíricas em relação à sua efetividade. (PHADNIS et al., 2015). Ainda que o uso deste artefato esteja presente no mundo real, seu potencial em “mudar os modelos mentais” (WACK, 1985) ainda não pode ser categoricamente afirmado com base em evidências experimentais. Como consequência, sua interferência a favor de escolhas robustas foi demonstrada empiricamente apenas recentemente. (GONG et al., 2017).

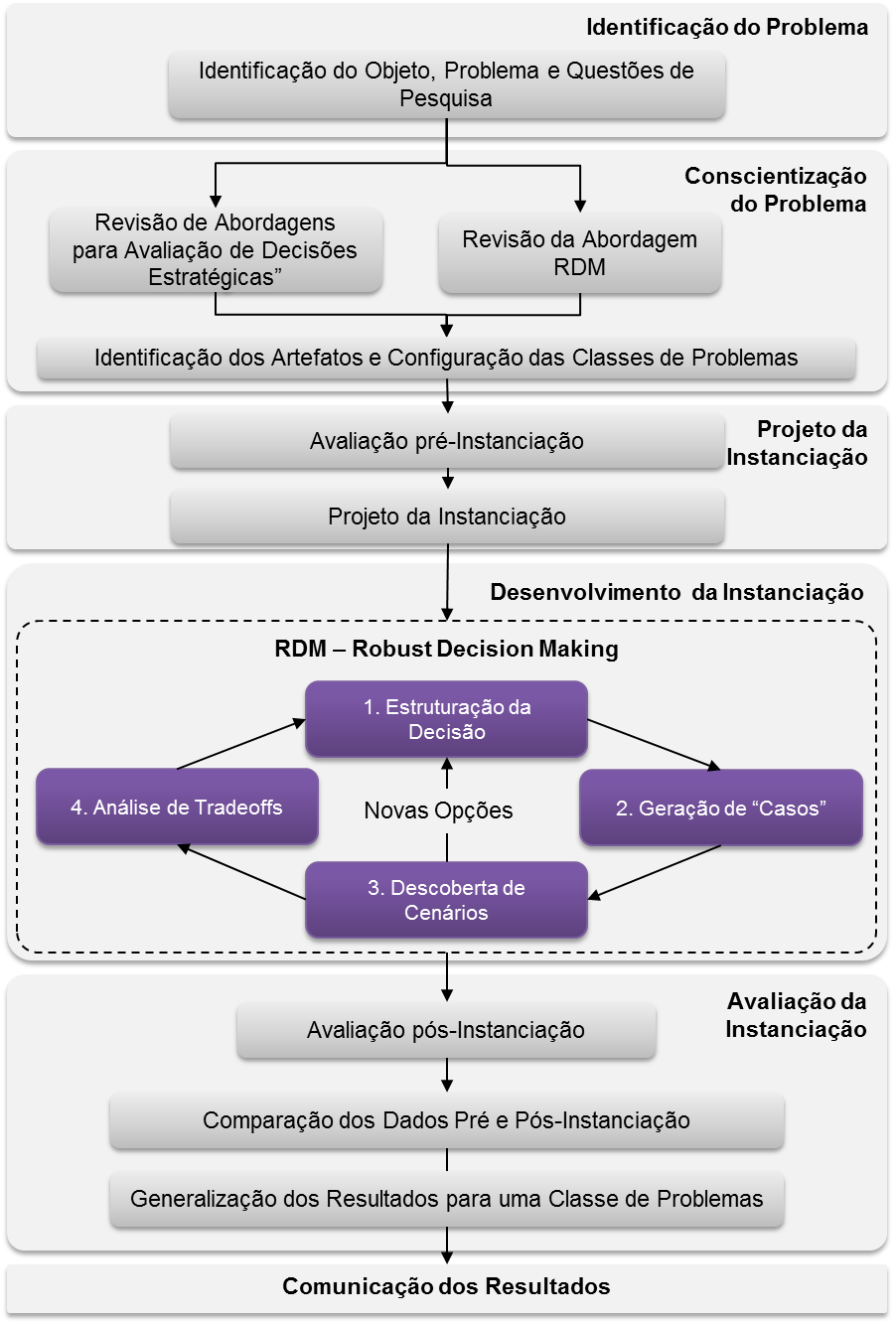
Face a este dilema, este trabalho encontra algumas alternativas metodológicas: (i) Esperar que o RDM seja largamente utilizado pelas empresas para que seja possível avaliar se empresas que o aplicam tomam decisões melhores (ou diferentes); (ii) Projetar um experimento no qual gestores usarão uma ferramenta baseada no RDM e observar se o comportamento dos que utilizam o RDM é diferente, ou; (iii) Aplicar o RDM em um contexto real e avaliar suas contribuições para a avaliação de decisões estratégicas. Quanto à opção (i), não parece razoável esperar que o RDM seja aplicado em empresas havendo pouco ou nenhum indício de que o mesmo *deveria* ser usado. Enquanto o RDM não for ensinado, não será aplicado, e enquanto não for aplicado, não haverá instanciações do RDM a observar.

A opção (ii) foi executada em relação ao Planejamento por Cenários, pelos próprios criadores do RDM. (GONG et al., 2017). No entanto, tal opção não é acessível para o autor do trabalho (e talvez para nenhum pesquisador externo à RAND). Os autores não possuem as capabilidades necessárias para utilizar o RDM, logo um projeto experimental está, no momento, fora de alcance. Nos termos da Design Science (DRESCH et al., 2015), não se conhece as heurísticas construtivas necessárias para o projeto de uma instanciação, tampouco as contingenciais, necessárias para o seu sucesso em um contexto. Qualquer experimento com base no conhecimento existente sobre o artefato poderá ser condenado e falhar em reconhecer premissas básicas para a sua aplicação.

A opção que resta é um programa de pesquisa que envolva sua instanciação em diferentes contextos, até que se saiba delimitar seu campo de atuação, e eventualmente, leve à melhoria ou adaptação do artefato futuramente. Em geral, o objetivo maior é a busca de artefatos que propiciem melhores decisões estratégicas, ao invés de uma afirmação categórica sobre a efetividade de um artefato em determinado ponto de maturidade. Neste sentido, o método de trabalho desta pesquisa foi projetado para viabilizar a avaliação de uma instanciação do método.

A Figura 28 apresenta as etapas do método de trabalho desta pesquisa. O método foi baseado nas etapas da DSR, adaptado para as necessidades desta situação específica. O método compreende as seguintes etapas: (i) Identificação do problema; (ii) Conscientização do Problema; (iii) Projeto da Instanciação; (iv) Desenvolvimento da Instanciação; (v) Avaliação da Instanciação, e; (iv) Comunicação dos Resultados.

Figura 28 – Método de Trabalho – Visão Geral



Fonte: Elaborado pelo Autor com base em Dresch (2015).

Durante a identificação do problema objeto, problema e questões de pesquisa foram definidos. Tais definições foram explicitadas no capítulo I deste documento. Em seguida, foi utilizada uma Revisão Sistemática da Literatura, e a Síntese Temática como técnica de Análise. (MORANDI; CAMARGO, 2015b). Tal revisão culminou na formação do quadro de abordagens de suporte à estratégia exposto anteriormente. Em paralelo, foi conduzida uma revisão da abordagem RDM. Nesta revisão foram identificados os contextos de aplicação prévia desta abordagem, não identificando aplicações detalhadas no contexto organizacional. Consolidando as abordagens identificadas para o suporte à decisão estratégica e as abordagens comparadas ao RDM, foi formado um quadro contendo as classes de problemas, assim como relatadas pelos autores destes trabalhos.

A próxima etapa trata-se do Projeto da Instanciação, na qual ocorrerá a seleção do problema de decisão estratégica a ser tratado. Nesta etapa busca-se avaliar a plausibilidade de instanciação do RDM em um contexto específico. Neste sentido, a empresa na qual o método será instanciado será questionada sobre as decisões estratégicas nas quais o método poderia ser aplicado. Em seguida, será verificado se o problema identificado pode ser tratado com o RDM. Apenas neste caso a instanciação será executada.

A etapa seguinte trata-se do desenvolvimento da instanciação do RDM no contexto selecionado. Esta etapa compreende as quatro macro etapas do RDM, a saber: (i) Estruturação da decisão; (ii) Geração de Casos; (iii) Descoberta de Cenários, e; (iv) Análise de Tradeoffs. Esta etapa consiste na avaliação das decisões estratégicas da empresa em questão, e está representada em detalhes na Figura 29. A leitura dos trabalhos normativos a respeito do RDM permitiu a identificação de decisões metodológicas a considerar durante a análise RDM, representados no Quadro 10 .(GROVES, 2006; LEMPERT et al., 2006; LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003). Tais decisões metodológicas não são passíveis de definição neste estágio do trabalho. No entanto, cada uma das decisões deve ser justificada durante a instanciação, com base na literatura existente.

Quadro 10 – Decisões Metodológicas em uma aplicação do RDM

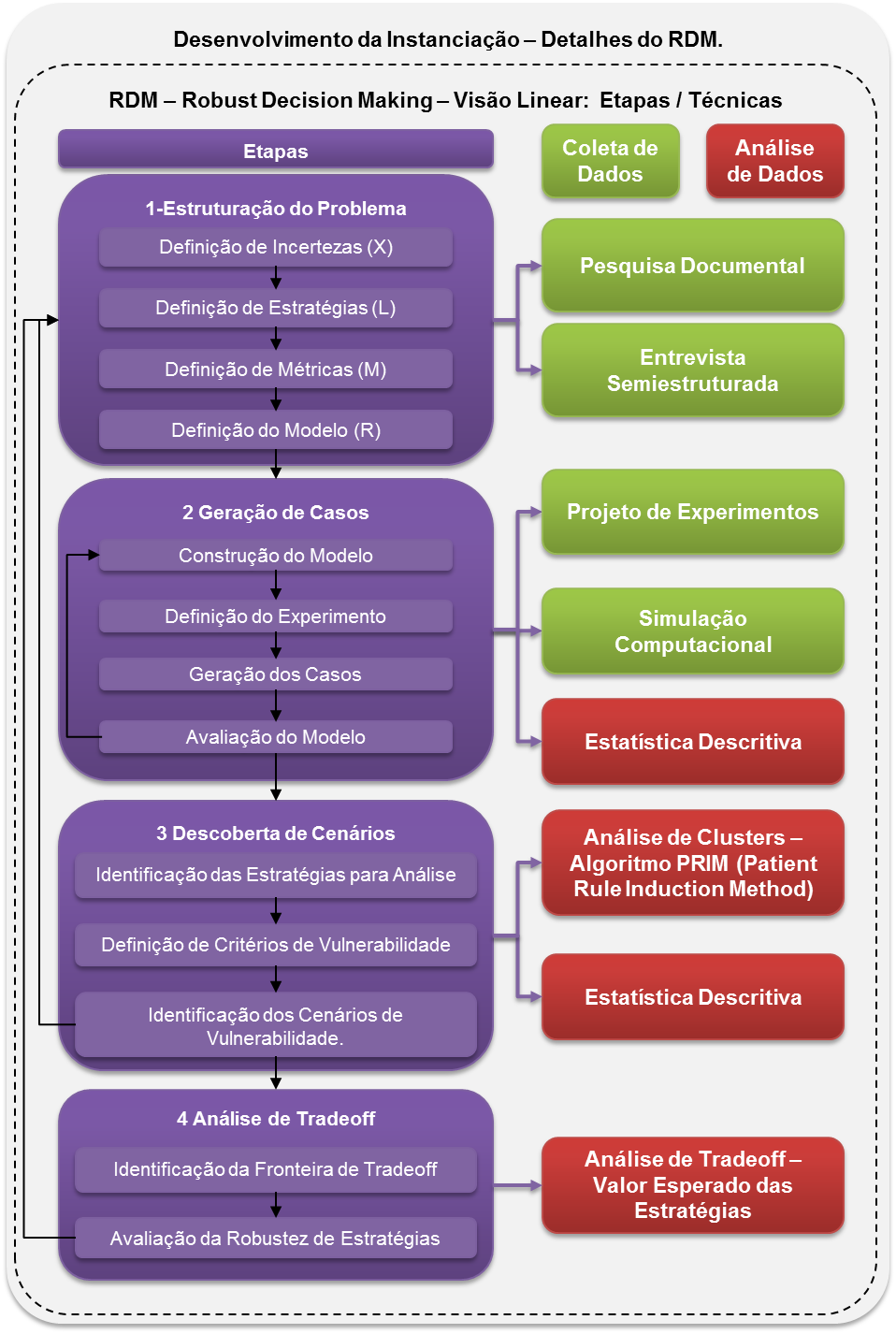
| **Etapa** | **Decisões a Realizar e Justificar** |
| --- | --- |
| 1. Estruturação da Decisão | X - Quais Incertezas Considerar? |
| L - Quais Estratégias Considerar? |
| R - Quais Relações (Modelo) considerar? |
| M - Que Medidas de Performance Considerar? |
| 2. Geração de Casos | Que Estratégia de Amostragem Considerar? |
| Que Ranges de Incerteza Considerar? |
| Quantos Casos Analisar? |
| Como Avaliar a Plausibilidade dos Resultados? |
| 3. Descoberta de Cenários | Que estratégia de ordenação de estratégias candidatas considerar? |
| Que estratégias candidatas avaliar? |
| Que ferramentas analíticas usar para descobrir os cenários? |
| Que critérios de escolha dos cenários serão usados? (densidade, cobertura, etc.) |
| Que critérios de avaliação dos cenários serão usados? (densidade, cobertura, etc.) |
| Quantos cenários serão considerados? |
| 4. Avaliação de Tradeoffs | Como encontrar estratégias na “fronteira de eficiência”? Que critério considerar para elencar estratégias que competem entre si? |
| Que cenários considerar para a Avaliação dos Tradeoffs? |

Fonte: Elaborado a partir de (GROVES, 2006; LEMPERT et al., 2006; LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003).

Durante a fase de estruturação do problema devem ser definidas as Incertezas, Estratégias, Métricas e as relações (modelo) utilizados para representar a situação em questão. (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003). Após a identificação das incertezas envolvidas na situação, devem ser identificadas as faixas de valores plausíveis de cada uma das incertezas. Esta definição pode ser suportada por informações históricas. (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003).

Em seguida, inicia-se a fase de geração de casos. O Objetivo desta fase é gerar uma base de dados simulados, a partir do conhecimento existente sobre o problema, e das estratégias e incertezas identificadas. O processo inicia-se pela construção do modelo, segue para a definição do experimento, geração dos casos e avaliação do modelo.

Figura 29 – Detalhamento – Instanciação do RDM – Etapas e Outputs



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O modelo utilizado deve ser avaliado, utilizando como critério a plausibilidade dos seus resultados. (GROVES, 2006). Pode ser necessário o refinamento do modelo durante a etapa de geração de casos se os resultados gerados não forem considerados plausíveis. No entanto, deve-se atentar para a diferença entre os modelos consolidativos e geradores de cenários adequados para uma abordagem exploratória como o RDM. (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003, p. 50).

A próxima etapa da instanciação trata-se da Descoberta de Cenários. O objetivo desta etapa é identificar as condições nas quais uma determinada estratégia candidata falhará. (BRYANT; LEMPERT, 2010). Identificando-se vulnerabilidades na estratégia, será necessário decidir entre refinar a estratégia e percorrer o processo novamente ou prosseguir para a análise de tradeoffs.

Durante a análise de tradeoffs será utilizado o cálculo do valor esperado por estratégia de acordo com a probabilidade de ocorrência dos cenários identificados na etapa anterior, gerando uma fronteira de estratégias potencialmente robustas. Esta fronteira de estratégias é então analisada, procurando-se identificar um conjunto de estratégias potencialmente robustas para a escolha final. (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003).

Por fim, a avaliação da instanciação será conduzida com o propósito de verificar a utilidade da instanciação. O objetivo desta etapa será analisar as contribuições propiciadas pelo RDM para a análise das decisões estratégicas. Como parâmetros para a análise serão utilizadas as contribuições potenciais previstas pela literatura em RDM, indicadas no Apêndice F. Em seguida, os dados coletados na etapa pré-instanciação serão comparados à avaliação da instanciação, permitindo a avaliação das contribuições do RDM para o contexto da decisão estratégica organização. Finalmente, os resultados serão generalizados para uma classe de problemas. E os resultados serão comunicados.

## Coleta de Dados

Considerando as características da modelagem exploratória discutidas na seção 2.3.2, esta seção apresenta fontes de dados utilizadas por este trabalho. Tais fontes foram úteis nas etapas de estruturação do problema, formulação do modelo matemático e na etapa de avaliação do modelo matemático.

Considerando o objetivo deste trabalho em simular o comportamento competitivo de empresas que são fabricantes de impressora 3D profissionais, um conjunto de fontes secundárias de dados foi utilizado para coletar informações sobre este mercado. Tais fontes de dados podem ser categorizadas em quatro grupos, a saber: i) Relatórios com foco retrospectivo, ii) Relatórios com Foco Prospectivo, iii) Fundamentos financeiros, e; iv) Guias Tecnológicos. As fontes de dados e suas respectivas contribuições para o trabalho estão listadas no Quadro 11.

Bases de dados agregadoras de Fundamentos Financeiros possuem informações reportadas por players com ações negociadas em bolsa de valores presentes em seus demonstrativos de resultado e balanço financeiro. Tais fontes de dados (QUANDL, 2017; US FUNDAMENTALS, 2017) foram importantes para determinar, aproximadamente, o nível de investimento em pesquisa e desenvolvimento realizado pelos players fabricantes de impressoras 3D. Embora não seja possível determinar a fração de investimento que tais empresas dedicam exclusivamente à seus sistemas de impressão (a 3D Systems atua em diversas áreas da impressão 3D), tais informações são importantes para avaliar a ordem de grandeza dos resultados gerados pelo modelo, e são importantes para observar a relevância do investimento em pesquisa e desenvolvimento neste mercado, o que motivou a consideração deste aspecto como um elemento estratégico a ser testado na análise.

Relatórios com foco retrospectivo consolidam e publicam informações sobre a evolução do mercado da manufatura aditiva. Dentre estes relatórios se destaca as publicação *Wohlers Report*,a qual contém séries históricas relacionadas à Indústria da Impressão 3D.(CAFFREY; WOHLERS; CAMPBELL, 2016). Este trabalho utilizou informações disponíveis nos relatórios executivos desta publicação (CAFFREY; WOHLERS; CAMPBELL, 2016; WOHLERS ASSOCIATES, 2013, 2014, 2015), bem como a apresentações dos resultados desta pesquisa disponíveis publicamente. (WOHLERS, 2017). Outra fonte relevante de informações nesta categoria foi o relatório de patentes em impressão 3D publicado pelo governo inglês. (UK INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE, 2013). Esta publicação realizou um levantamento de patentes relacionadas à impressão 3D e seus donos, permitindo verificar que players dominantes no mercado de impressão 3D são os players que possuem o maior número de patentes recentes. Esta informação suportou a decisão sobre a inclusão do módulo de pesquisa e desenvolvimento e performance no modelo computacional.

Relatórios com foco prospectivo retratam o comportamento do mercado consolidando dados, usualmente perceptivos, de diversas outras empresas. Exemplos incluem os r

alguns casos, tais relatórios realizam surveys junto a empresas para embasar suas conclusões ( ). Tais relatórios foram utilizados na etapa de formulação do modelo computacional.

O uso da primeira categoria de fonte de dados, os agregadores de variáveis de fundamentos financeiros, foi utilizado com o objetivo de observar a performance financeira das empresa líder de mercado, a 3D Systems.

Justificar as Fontes de Dados

Para cada Base de Dados, que variáveis foram observadas.

Fontes de Dados Públicas Utilizadas

Quadro 11 – Fontes de Dados Utilizadas

| **Fonte** | **Categoria** | **Trabalho e Contribuição** | **Informações Disponíveis** |
| --- | --- | --- | --- |
| (QUANDL, 2017) | Fundamentos Financeiros | **Base Free US Fundamentals - Quandl**  A base disponível na plataforma Quandl contém séries históricas de fundamentos financeiros da empresa 3D Systems de modo aberto. Esta base permite consultar o nível de despesas da empresa em Pesquisa e Desenvolvimento, balizando a análise das estratégias da empresa. | Receita, Despesas, Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (Série Histórica) |
| (US FUNDAMENTALS, 2017) | Fundamentos Financeiros | **Base US Fundamentals**  A plataforma consolida variáveis de fundamentos financeiros de empresas negociadas em Bolsa dos Estados Unidos, incluindo os fabricantes de impressão 3D Stratasys e 3D Systems. Apesar disso, os dados encontrados na base são fragmentados e incompletos. | Receita, Despesas, Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (Série Histórica) |
| (CAFFREY; WOHLERS; CAMPBELL, 2016) | Relatório Retrospectivo | **Executive summary of the Wohlers Report 2016**  O Sumário executivo do Wohlers Report, publicado anualmente desde 1985, apresenta indicadores da evolução da manufatura aditiva. SO sumário apresenta gráficos com séries históricas da venda de impressoras 3D não-profissionais. Utiliza a divisão do mercado de impressoras de mesa (com custo menor do que USD 5000) e impressoras industriais. Outras versões anteriores do sumário executivo também foram consultadas (WOHLERS ASSOCIATES, 2013, 2014, 2015). | Estimativas de Impressoras 3D profissionais produzidas. Receita Gerada pela MA.  Número de Fabricantes de Sistemas de MA profissional |
| (WHOLERS, 2016) | Relatório Retrospectivo | **Popularity of FDM**  Apresenta o histórico da adoção da tecnologia FDM a partir do vencimento de patentes. | Venda de impressoras 3D industriais em 2014. |
| (WOHLERS; GORNET, 2016) | Relatório Retrospectivo | **History of additive manufacturing.**  Documento relata a histórica da manufatura aditiva indicando eventos considerados importantes desde 1987. | Histórico de introdução de novas tecnologias de manufatura aditiva. |
| (WOHLERS, 2017) | Relatório Retrospectivo | **The future of 3D Printing (by Terry Wohlers)**  Nesta apresentação, Terry Wohlers apresenta resultados do Relatório Wohers Report 2017. | Preço Médio de Impressoas 3D Profissionais |
| (UK INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE, 2013) | Relatório Retrospectivo | **3D Printing - A Patent Overview**  Relatório executa uma busca sistemática de patentes relacionadas à impressão 3D, revelando as principais empresas donas de patentes. | Número de Patentes Solicitadas e Concedidas relacionadas à MA.  Players com maior número de patentes. |
| (CONTEXT, 2017) | Relatório Retrospectivo | **Context News**  Apresenta análises realizadas sobre vendas de impressoras 3D profissionais e não profissionais. Utiliza uma base de dados atualizada frequentemente com vendas registradas pela empresa para emitir seus relatórios. | Principais fabricantes de Impressão 3D; Estimativas de Market Share dos Players. |
| (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2013) | Relatório Prospectivo | **Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy**  Apresenta Estimativas sobre o valor monetário movimentado pela indústria da Manufatura Aditiva. Apesar disto, não apresenta diretamente a estimativa do número de impressoras vendidas. | Volume financeiro movimentado pela indústria da manufatura aditiva estimado. |
| (A.T. KEARNEY, 2014) | Relatório Prospectivo | **3D Printing: A Manufacturing Revolution**  Apresenta a estimativas de crescimento da MA, indústrias que já aplicam a MA, desafios tecnológicos a serem superados e discussões sobre a competição entre a manufatura tradicional e a manufatura em impressão 3D. Sugere que melhorias tecnológicas na impressão 3D tendem a torná-la mais competitiva frente à manufatura tradicional. | Volume financeiro movimentado pela indústria da manufatura aditiva estimado. |
| (ERNST & YOUNG GMBH, 2016) | Relatório Prospectivo | **EY’s Global 3D printing Report 2016**  Apresenta prospecções sobre o impacto da manufatura aditiva, predominantemente por meio de entrevistas a usuários da impressão 3D. Também apresenta dados históricos de players da impressão 3D e estimativas de Market share, indicando tendência de consolidação dos fabricantes. | Market Share de players fabricantes de impressão 3D. |
| (KEENEY, 2016) | Relatório Prospectivo | **3D Printing Market: Analystis Are Underestimating the Future**  Compara diferentes estimativas de crescimento da indústria da MA, e identifica diferenças entre tais estimativas. Demonstra o ambiente incerto da impressão 3D. | Taxa de Crescimento do mercado de impressão 3D. |
| (STRATASYS LTD, 2015) | Relatório Prospectivo | **3D Printing’s Imminent Impact on Manufacturing**  Apresenta uma survey realizada junto a empresas usuárias da impressão 3D observando expectativas sobre os resultados da impressão 3D. Indica que empresas tem se preparado para projetar peças especificamente para fabricação em 3 dimensões. | Impacto estimado por usuários de impressão 3D na manufatura aditiva. |
| (3D SYSTEMS, 2018) | Guia Tecnológico | **3D Printer Buyer's Guide For Professional and Production Applications**  Apresenta critérios de seleção para a compra de impressoras 3D. Possibilitou a definição do conceito de performance. | Nenhuma variável quantitativa informada. |
| (3D HUBS, 2017a) | Guia Tecnológico | **Additive Manufacturing Technologies: An Overview**  Apresenta tecnologias existentes de impressão 3D e players produtores de impressoras de cada tecnologia. | Players presentes na indústria da impressão 3D e tecnologias envolvidas. |
| (3D HUBS, 2017b) | Guia Tecnológico | **3D Printer Index**  Ranking com impressoras 3D e avaliação de usuários, incluindo preços e comentários. | Avaliações de Performance de Impressoras. Players com impressoras 3D open source. |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

## Execução das Simulações

Esta seção explicita as técnicas de coletas de dados a serem empregadas pelas etapas deste trabalho e suas respectivas justificativas. A relação entre as etapas que exigem técnicas específicas de coleta de dados e de análise de dados está indicada no Quadro 12.

Quadro 12 – Relação entre Etapas do Método de Trabalho e Técnicas de Coleta e Análise dos Dados

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Etapa do Método de Trabalho** | **Técnica de Coleta de Dados** | **Técnica de Análise de Dados** |
| Revisão de Abordagens para Avaliação de Decisões Estratégicas | Revisão Sistemática da Literatura | Síntese Temática |
| Avaliação Pré-Instanciação | Entrevista semiestruturada | Análise de Conteúdo Categórica |
| Estruturação da Decisão | Pesquisa Documental  Entrevista semiestruturada | \* |
| Geração de Casos | Modelagem e Simulação Computacional  Projeto de Experimentos | Estatística Descritiva  Gráficos de Dispersão |
| Descoberta de Cenários | \*\* | PRIM – Análise de Clusters  Estatística Descritiva  Gráficos de Dispersão |
| Análise de Tradeoffs | \*\* | Calculo de Valor Esperado por Estratégia para formação da Fronteira de Estratégias Robustas |
| Avaliação pós-Instanciação | Grupo Focal Confirmatório | \* |
| Comparação dos Dados Pré e Pós-Instanciação | \*\* | Análise de Conteúdo Categórica |

\* A etapa é input para outras etapas do Método e não possui Análise em si mesma.

\*\* A etapa não possui Coleta de Dados.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A fase inicial de revisão de abordagens para avaliação de decisões estratégicas empregou como técnica de coleta de dados a Revisão Sistemática da Literatura (MORANDI; CAMARGO, 2015b), cujo protocolo está localizado no Apêndice A..

A etapa de Avaliação Pré-Instanciação empregará a Entrevista Semiestruturada. Este tipo de entrevista é adequado para situações nas quais o entrevistador formula perguntas a priori, porém mantém a flexibilidade de explorar tópicos específicos em mais detalhes (KNOX; BURKARD, 2009), o que é um aspecto relevante para a identificação do problema a ser considerado para a instanciação. O Quadro 13 sintetiza as condições necessárias para a instanciação do RDM e o Apêndice E contém um protocolo contendo questões a verificar.

Quadro 13 – Condições Necessárias para a Instanciação do RDM

| **Característica** | **Descrição** | **Fonte** |
| --- | --- | --- |
| 1 - A situação é complexa | A situação é complexa o suficiente para demandar o suporte de um tratamento analítico. Apenas a intuição não pode ser utilizada para avaliar as opções. | (LEMPERT et al., 2013, p. 9) |
| 2 - Há Incerteza Profunda | Não há consenso sobre: i) os modelos que descrevem as relações entre as principais relações que irão moldar o futuro, ii) as distribuições de probabilidade utilizadas para representar incertezas de variáveis chave e parâmetros destes modelos, e/ou iii) como avaliar a utilidade (traduzido de *desirability*) de diferentes *outcomes*. | (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003, p. xii) |
| 3 - A situação pode ser modelada | É possível reunir o conhecimento existente sobre a situação na forma de um modelo, calculando o resultado da decisão dado um conjunto de pressupostos. | (LEMPERT et al., 2006) |
| 4 - Diversidade de opções a analisar | Há um conjunto rico de opções a avaliar de modo a ser plausível a existência de soluções robustas. | (LEMPERT et al., 2006) |
| 5 – A decisão é sensível às Incertezas | A escolha da melhor estratégia é altamente sensível a pressupostos sobre a estrutura e probabilidades relacionadas ao modelo. | (LEMPERT et al., 2006) |

Fonte: Consolidado pelo Autor.

A primeira fase da instanciação empregará a Pesquisa Documental como fonte de informações, suportada por Entrevistas Semiestruturadas. Estas entrevistas serão suportadas pelo framework XLRM (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003), discutido na seção 0, o qual servirá como estrutural conceitual para a discussão. Não há roteiro de entrevista a priori para esta etapa além das perguntas relacionadas a cada elemento do framework (XLRM), visto que a mesma apenas tem o objetivo de suportar a construção do modelo. Ainda assim, sua validade poderá ser observada na forma do modelo construído, o qual irá explicitar os pressupostos da análise.

Durante a etapa de Geração de Casos, a modelagem e simulação computacional foi empregada, considerando a necessidade de simular o comportamento das estratégias imposta pelo RDM. (LEMPERT et al., 2006). Por parte do RDM não há uma exigência quanto ao tipo de modelagem a ser empregada, sendo observadas aplicações com modelos de dinâmica de sistemas (LEMPERT; POPPER; BANKES, 2003), modelos de opções reais (MAHNOVSKI, 2007), ou modelos probabilísticos (LEMPERT et al., 2013). Esta definição depende das características do problema em questão.

Este trabalho optou por utilizar a simulação de dinâmica de sistemas como paradigma de modelagem. A simulação de dinâmica de sistemas é propícia para a representação de fenômenos dinâmicos (STERMAN, 2000), e foi reconhecida como técnica propícia para a modelagem de problemas de estratégia empresarial há decadas (MORECROFT, 1984). A técnica continua sendo utilizada para modelar problemas similares ao problema tratado neste trabalho (RUUTU; CASEY; KOTOVIRTA, 2017).

Matemáticamente, Modelos de dinâmicas de sistemas são Sistemas de equações diferencias ordinárias não-lineares. Como a maioria destes sistemas são de difícil solução analítica quando um problema real é modelado, frequentemente aplica-se a integração numérica para a sua solução (STERMAN, 2000). Dentre os diferentes métodos de integração numérica (método de Euler, Runge-Kutta).

Sendo definido o modelo de avaliação das decisões estratégicas é necessário definir o projeto de experimento utilizado para explorá-lo. Esta etapa é requerida para qualquer análise que utilize a modelagem exploratória como paradigma (BANKES; WALKER; KWAKKEL, 2013), o que é o caso. Nesta etapa, portanto, será definida a combinação de estratégias e futuros nas quais o modelo será executado. Tal definição dependerá tanto do número de estratégias sob consideração quanto das incertezas considerada, sendo a técnica Latin Hypercube Sampling recomendada para orientar a etapa. (GROVES, 2006).

Após o término da instanciação do RDM, uma avaliação da instanciação será conduzida com o propósito de analisar suas contribuições. Será utilizado como técnica de coleta de dados um grupo focal confirmatório (DRESCH et al., 2015), visto que esta técnica é considerada uma técnica adequada para a verificação da utilidade de um artefato (TREMBLAY; HEVNER; BERNDT, 2010). Os participantes do grupo serão selecionados com base em seu conhecimento sobre a decisão estratégica em questão. Os resultados da instanciação serão apresentados a este grupo, o qual avaliará a utilidade da análise instanciada para a avaliação de decisões estratégicas. Um roteiro contendo questões relevantes sobre a avaliação de decisões estratégicas foi formulado, o qual está disponível no Apêndice F.

## Análise de Dados

Esta seção explicita as técnicas de coletas de dados a serem empregadas pelas etapas deste trabalho e suas respectivas justificativas. A primeira etapa de análise do trabalho trata-se da Síntese Temática realizada a partir da Revisão Sistemática da Literatura. (MORANDI; CAMARGO, 2015b). Tal revisão culminou na formação do quadro de abordagens de suporte à estratégia exposto anteriormente. Em paralelo, foi conduzida uma revisão da abordagem RDM. Nesta revisão foram identificados os contextos de aplicação prévia desta abordagem, não identificando aplicações detalhadas no contexto organizacional. As aplicações do RDM foram categorizadas de acordo com o contexto de aplicação, e organizadas no Apêndice D. Consolidando as abordagens identificadas para o suporte à decisão estratégica e as abordagens comparadas ao RDM, foi formado um quadro contendo as classes de problemas, assim como relatadas pelos autores destes trabalhos (Apêndice H).

Não vou fazer:

Durante a etapa de Avaliação Pré-Instanciação, é prevista a utilização da análise de conteúdo categórica, a qual pode ser usada para identificar a ocorrência ou não de temas nas respostas dos entrevistados. (BARDIN, 2011). A análise será realizada com o objetivo de identificar se o problema candidato para a instanciação tem as características necessárias para o tratamento do RDM.

Durante a etapa de Geração de casos, os resultados dos dados simulados serão analisados utilizando estatística descritiva e gráficos de dispersão. Este padrão de análise pode ser observado nas aplicações em RDM. (GROVES, 2006; LEMPERT et al., 2006).

### Análise de Vulnerabilidades

Este trabalho empregou três conjuntos de técnicas para a análise de vulnerabilidades. Em primeiro lugar, foi empregada uma análise estatística descritiva

O método RDM recomenda a utilização do algoritmo PRIM para a execução da análise de vulnerabilidades de uma determinada estratégia. (BRYANT; LEMPERT, 2010; LEMPERT et al., 2006). Desta maneira, busca-se definir as condições nas quais uma dada estratégia tem maior chance de falhar. No entanto, o algoritmo PRIM possui características que limitam a validade de suas conclusões, se utilizado de modo independente. Como um algoritmo de otimização *hill climbing*, o PRIM possui limitações que podem implicar em escolher incertezas que não são de fato significativas para determinar a variável de interesse. (KWAKKEL; CUNNINGHAM, 2016).

A Seleção de variáveis com técnicas de *feature scoring* é uma alternativa que utiliza *machine learning* para obter informações sobre a influência relativa de diversos fatores de incerteza sobre um determinado resultado de interesse. (KWAKKEL, 2017). Esta família de técnicas tem sido adotada recentemente em trabalhos que utilizam modelagem exploratória, (KWAKKEL, 2017; KWAKKEL; CUNNINGHAM, 2016) e sustenta-se sobre as vantagens propriciadas, pelos algoritmos de data mining.

Random Forests é uma técnica de *machine learning* empregada para a realização de classificação e regressão. Dentre as vantagens desta técnica, está o fato de que ela é imune à *overfitting*, tem um poder de predição competitivo em comparação às demais técnicas de classificação e predição, e gera índices que medem a importância relativa de variáveis(BREIMAN, 2001). No contexto da modelagem exploratória, este técnica pode ser empregada para a avaliação de importância de incertezas para identificar incertezas críticas em relação à uma determinada estratégia .(KWAKKEL, 2017).

Em linha com o uso de Random Forests para suportar a triangulação da análise de vulnerabilidades (KWAKKEL, 2017), este trabalho emprega adicionalmente o algoritmo Boruta. (KURSA; RUDNICKI, 2010). Este algoritmo baseia-se nos mesmos princípios empregados em Random Forests, removendo, iterativamente, variáveis que cujo impacto sobre a variável dependente não é mais significativo do que variação aleatória. Além de scores de importância das variáveis, o algoritmo apresenta como resultado as variáveis cuja importância foi confirmada ou rejeitada. (KURSA; RUDNICKI, 2010).

O Algoritmo Boruta realiza uma avaliação de importância iterativa, baseado na técnica Random Forest, de modo que a importância da variável é calculada criando variáveis “sombra” (cópia das variáveis presentes no dataset com seus valores aleatoriamente modificados entre linhas). A variável “sombra” com o melhor score de importância é então comparada ao score de importância das variáveis reais, de modo que uma variável real será importante se sua importância calculada for maior que a importância desta “sombra”. Este processo é repetido recursivamente para que se obtenha um resultado estatísticamente válido. (KURSA; RUDNICKI, 2010).

O algoritmo Boruta é baseado na mesma ideia que é a fundação do classificador Random Forest, ou seja, adicionando aleatoriedade ao sistema e coletando resultados do dataset de amostras aleatórias, é possível reduzir o impacto de flutuações aleatórias. (KURSA; RUDNICKI, 2010).

Uma objeção frequente ao uso de modelos de predição “black box” é o fato de que seus resultados são de difícil interpretação, em comparação aos coeficientes gerados por regressões lineares. No entanto, existem técnicas adequadas para superar esta limitação.

Friedman (2001) sugere o uso de *partial dependence plots* para a interpretação dos resultados em modelos black box. Estes gráficos podem ser utilizados para indicar como a acuracidade de predição de um modelo blackbox muda em função de uma variável independente. Friedman (2001) sugere que estes gráficos sejam analisados para as variáveis consideradas mais importantes para a predição do modelo.

Partial depence plots podem ser usados para suportar a interpretação de quaisquer tipos de modelos de predição “black box” (como redes neurais, support vector machines, etc.Quando o número de variáveis preditoras é alto, é útil usar uma medida de relevância para reduzir o número de variáveis a um número menor, e então realizar a análise

É possível notar, porém que a

[Discutir]

Os gráficos de Partial Dependence calculados utilizando-se a Random Forest treinada com os dados gerados pelo modelo suportam a análise de vulnerabilidade, permitindo visualizar a contribuição de cada variável em relação à vulnerabilidade da estratégia candidata. Como é possível observar na Figura 43, valores mais altos no eixo vertical indicam que a Random Forest treinada sugere com mais facilidade que a estratégia irá falhar. Estes resultados indicam que em condições onde o player 2 persiga uma estratégia agressiva (variável aSwitchForCapacityStrategy2 abaixo de 1,5) e o tamanho do mercado de referência seja alto (aReferencePopulation crescente acima de 60 mil), os casos onde a estratégia falha são mais previsíveis.

Colando de novo, não sei se algo ficou para trás:

Além de identificar quais são as variáveis mais importantes para determinar as condições nas quais a estratégia 31 tende a falhar, os resultados gerados por Random Forests ainda podem ser utilizados para examinar as relações entre as variáveis incertas e a vulnerabilidade da estratégia candidata.

Os gráficos de Partial Dependence calculados utilizando-se a Random Forest treinada com os dados gerados pelo modelo suportam a análise de vulnerabilidade, permitindo visualizar a contribuição de cada variável em relação à vulnerabilidade da estratégia candidata. Como é possível observar na Figura 43, valores mais altos no eixo vertical indicam que a Random Forest treinada sugere com mais facilidade que a estratégia irá falhar. Estes resultados indicam que em condições onde o player 2 persiga uma estratégia agressiva (variável aSwitchForCapacityStrategy2 abaixo de 1,5) e o tamanho do mercado de referência seja alto (aReferencePopulation crescente acima de 60 mil), os casos onde a estratégia falha são mais previsíveis.

Para este fim, este trabalho

O resultado desta análise confirma apenas em parte os resultados das análises de diferenças entre médias. Desta maneira, há mais confiança de que o tamanho do mercado potencial e a estratégia do player 2 são determinantes para o fracasso da estratégia candidata escolhida.

Finalmente,

Justificativa:

Uma objeção frequente ao uso de modelos de predição “black box” é o fato de que seus resultados são de difícil interpretação, em comparação aos coeficientes gerados por regressões lineares. No entanto, existem técnicas adequadas para superar esta limitação.

Friedman (2001) sugere o uso de *partial dependence plots* para a interpretação dos resultados em modelos black box. Estes gráficos podem ser utilizados para indicar como a acuracidade de predição de um modelo blackbox muda em função de uma variável independente. Friedman (2001) sugere que estes gráficos sejam analisados para as variáveis consideradas mais importantes para a predição do modelo.

Partial depence plots podem ser usados para suportar a interpretação de quaisquer tipos de modelos de predição “black box” (como redes neurais, support vector machines, etc.Quando o número de variáveis preditoras é alto, é útil usar uma medida de relevância para reduzir o número de variáveis a um número menor, e então realizar a análise. (FRIEDMAN, 2001).

Também é possível observar o comportamento da

Em seguida, os dados gerados na etapa de geração de casos serão analisados utilizando a técnica de análise de clusters, recomendando-se o uso do Algoritmo PRIM. Esta técnica de análise é empregada visando identificar as condições nas quais as estratégias selecionadas como candidatas falham. (BRYANT; LEMPERT, 2010). Na etapa final do RDM, a análise de Tradeoff utilizará como técnica a estatística descritiva, e a análise de sensibilidade. Esta técnica de análise será empregada conforme a prescrição da abordagem RDM. (LEMPERT et al., 2006).

Por fim, a etapa de comparação dos dados Pré e Pós-Instanciação empregará a análise de conteúdo categórica. (BARDIN, 2011). O sistema de categorias empregados nesta análise será derivado das contribuições potenciais do RDM, as quais estão explicitadas no Apêndice F.

1. O Lago Mead foi formado em 1930 pela construção da Hoover Dam, e é o maior reservatório hídrico dos Estados Unidos. [↑](#footnote-ref-1)
2. Society for Decision Making Under Uncertainty: http://www.deepuncertainty.org/about-us/ [↑](#footnote-ref-2)